



**Fábio Miguel dos Santos Cardona**

Licenciado em Engenharia do Ambiente

**Avaliação do risco de erosão, galgamento e  
inundação costeira em áreas artificiais de  
Portugal continental  
Estratégias de adaptação face a diferentes  
cenários de risco (relocalização, acomodação  
e proteção).**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre Engenharia do  
Ambiente, Perfil de Engenharia de Sistemas Ambientais

Orientador: Prof. José Carlos Ribeiro Ferreira, Professor  
Assistente, Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade  
Nova de Lisboa

Co-orientador: Eng.º António Alfredo da Silva Mota Lopes,  
Técnico Superior, Agência Portuguesa do Ambiente, I.P.

Júri:

Presidente: Prof. Doutora Lia Maldonado Teles de Vasconcelos

Arguente: Prof. Doutora Helena Maria Gregório Pina Calado

Vogal: Prof. José Carlos Ribeiro Ferreira



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA



**Identificação de zonas da área costeira em  
risco de galgamentos e inundações e  
estratégias de adaptação face a diferentes  
cenários de alterações climáticas  
(relocalização, acomodação e proteção).**

© Fábio Miguel dos Santos Cardona  
Faculdade de Ciências e Tecnologia  
Universidade Nova de Lisboa

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.





## AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Professor José Carlos Ferreira, por despertar-me o interesse dos assuntos do litoral, pelos ensinamentos e pela orientação ao longo do curso e da dissertação.

Ao Eng.º António Mota Lopes, coorientador desta dissertação e orientador do estágio na Agência Portuguesa do Ambiente, pela dedicação e paixão que incutiu na minha orientação.

À APA, pela oportunidade de realizar um estágio e contribuir para a utilidade desta dissertação, por proporcionar condições de trabalho e disponibilizar informação essencial para a dissertação

À FCT/UNL, a todos os professores e colegas que me formaram e acompanharam durante estes anos de vida académica e que fizeram da minha passagem pela Universidade uma experiência enriquecedora e incrível, em especial ao André Andrade pelas “boleias” para a APA e pelas inúmeras, manhãs, tardes e noites passadas no estágio da APA.

Um agradecimento muito especial à minha família, por me fornecerem as bases essenciais para eu ser a pessoa que sou, por toda a ajuda e apoio que me deram ao longo do meu trajeto na faculdade, por acreditarem que era possível, por acreditarem em mim...

Um obrigado muito especial à minha companheira, Joana Almeida, por me acompanhar durante todo este processo, pelo amor e carinho, por ter sempre as palavras certas de incentivo, sobretudo nos momentos de desespero. Durante a dissertação foste tu que conduziste este barco a bom porto e sem ti era muito mais difícil! Obrigado! Amo-te muito!

Quero agradecer também aos meus amigos que sempre que puderam e que eu precisei ajudaram, em especial ao Ruben Lage, Manuela Oliveira, Marianela Rebelo e Christine.



## RESUMO

Tratando-se Portugal um país litoral e insular, os assuntos relacionados com o litoral deveriam constituir uma prioridade nacional. O litoral continental tem sido sujeito a inúmeras pressões naturais e humanas que se têm vindo a intensificar, tornando-se essencial a definição de zonas de risco face às ações do mar para fundamentar medidas que interessam à gestão urbana, ao ordenamento do território e a planos de ação para uma adequada proteção, prevenção e socorro às comunidades costeiras afetadas. Para apoiar a tomada de decisão nas opções estratégicas a adotar para prevenção de riscos é igualmente necessário fazer análises comparadas de custos para diferentes estratégias de adaptação.

Este trabalho resultou de um estágio efetuado na Agência Portuguesa do Ambiente e consistiu na elaboração de uma proposta de estratégia de adaptação para os litorais artificializados em risco às ações marítimas, incluindo as estratégias combinadas de defesa, acomodação e realocização, baseadas na modelação dos processos costeiros e na ocupação humana.

A proposta consiste num modelo de identificação e classificação de zonas expostas, vulneráveis e em risco a galgamentos e à erosão costeira à escala nacional através da análise multicritério recorrendo a Sistemas de Informação Geográfica. Foi realizada uma avaliação dos custos associados a diferentes opções de adaptação considerando cenários de risco muito elevado, obtidos no modelo de identificação de zonas em risco.

Os resultados dos índices foram apresentados sob a forma de mapas divididos pelas células sedimentares do litoral continental português.

Para o caso de estudo que envolveu o Furadouro, aglomerado costeiro muito exposto à ação abrasiva do mar, os custos acumulados das medidas de adaptação ao fim de 50 anos estimam-se ser de 646M€ na estratégia combinada de defesa/proteção+acomodação, 164M€ na acomodação, 112M€ na defesa/proteção e 75M€ na realocização, sendo que se prevê necessários 20, 40 e 45 anos para os custos de realocização compensarem em relação aos custos de defesa/proteção+acomodação, defesa/proteção e acomodação, respetivamente.

Os resultados evidenciam a utilidade da abordagem efetuada enquanto contributo para a identificação de vulnerabilidades e riscos costeiros e como suporte à tomada de decisão para processos que envolvam gestão urbana e ordenamento do território de espaços expostos à ação abrasiva do mar.

Palavras-Chave: Risco Costeiro, Vulnerabilidade Costeira, Análise Multicritério, Sistemas De Informação Geográfica, Adaptação, Análise De Custos.



## ABSTRACT

Portugal is a coastal and also an island country, and thus coastal issues should constitute a national priority. The continental coastal region has been subjected to many different natural and human pressures that have intensified over the years. Therefore, it is essential to determine the areas that are at risk by the sea to define adequate action plans for urban and land management and protection, prevention and rescue of the coastal communities. It is also necessary to analyse the cost of different strategies to support decisions on which strategical options to adopt for risk prevention.

This work is a result from an internship at the Portuguese Environment Agency. It consists on the development of an adaptive strategy for the artificial surfaces coastlines at risk to maritime actions, this includes combined strategies of defence, accommodation and relocation, based on the modelling of coastal processes and of human occupation.

A model was proposed for identification and of classification of exposed, vulnerable and at risk areas of the coastal erosion at a national scale. This model was developed at a national level using a multi-criteria analysis and a Geographical Information System. Costs of different adaptation pathways were evaluated, considering scenarios of very high risk obtained from the risk identification model.

The indices results were presented in the form of maps divided by sedimentary cells of the Portuguese continental coast.

The accumulated costs of adaptation strategies in Furadouro Beach after 50 years were 276M€ in the combined strategy defence/protection+accommodation, 164M€ in accommodation, 112M€ in the defense/protection and 75M€ in relocation. Furthermore, it takes 22, 40 and 45 years for relocation costs to compensate in relation to the costs of defense/protection+accommodation, defense/protection and accommodation, respectively.

The results show to be a simple and useful tool for identification of vulnerable and risk areas and to assist decision making on urban and land management and coastal risk planning and management in an integrated assessment of adaptation strategies.

Keywords: Coastal Risks, Coastal Vulnerability, Multi-Criteria Analysis, Geographic Information Systems, Adaptation, Cost Analysis.



# ÍNDICE

---

<b>ÍNDICE .....</b>	<b>xi</b>
<b>1 Objetivos Gerais e Organização .....</b>	<b>1</b>
1.1 Enquadramento e descrição do problema .....	1
1.2 Objetivos e âmbito .....	1
1.3 Organização da dissertação .....	2
<b>2 O Litoral Continental Português. Enquadramento Conceptual .....</b>	<b>3</b>
2.1 Ações naturais .....	4
2.1.1 Marés .....	4
2.1.2 Ventos .....	6
2.1.3 Ondas .....	6
2.1.4 Alterações no NMM .....	7
2.2 Ações antropogénicas .....	8
2.2.1 Barragens .....	8
2.2.2 Obras portuárias e dragagens .....	10
2.2.3 Obras de proteção e defesa costeira .....	11
2.2.4 Ocupação do litoral .....	12
2.3 Alterações Climáticas .....	12
2.4 Cenários de subida do NMM e de recuo da linha de costa .....	15
2.5 O litoral continental português .....	17
2.5.1 Evolução histórica da linha da costa .....	18
2.5.2 Agitação marítima .....	21
2.5.3 Células sedimentares .....	25
2.5.4 Geologia e geomorfologia .....	26
2.5.5 Erosão/acreção no litoral continental .....	29
2.5.6 População e bens materiais .....	32
2.5.7 Evolução do litoral desde o século XX .....	34
2.6 Legislação fundamental .....	35
2.7 Estratégias de adaptação à erosão costeira .....	38
2.7.1 Defesa e proteção .....	40

2.7.1.1	Esporões.....	41
2.7.1.2	Obras longitudinais aderentes .....	41
2.7.1.3	Quebra-mares destacados .....	42
2.7.1.4	Alimentação artificial .....	43
2.7.2	Acomodação .....	44
2.7.3	Relocalização.....	45
2.8	Gestão Integrada das Zonas Costeiras (GIZC) .....	46
2.9	Análise de vulnerabilidade, exposição e risco de erosão e galgamento costeiro.....	48
2.9.1	Vulnerabilidade .....	49
2.9.2	Exposição .....	49
2.9.3	Risco .....	50
2.10	Análise multicritério e integração com SIG's.....	50
2.11	Análise de custos das estratégias de adaptação.....	52
<b>3</b>	<b>Metodologia.....</b>	<b>53</b>
3.1	Avaliação de vulnerabilidade, exposição e risco no litoral – Análise multicritério AHP .....	53
3.1.1	Identificação dos critérios de vulnerabilidade.....	53
3.1.1.1	Distância à linha de costa.....	53
3.1.1.2	Topografia .....	54
3.1.1.3	Geologia .....	55
3.1.1.4	Geomorfologia .....	56
3.1.1.5	Agitação do mar .....	56
3.1.1.6	Erosão/acreção .....	57
3.1.1.7	Artificialização do solo .....	57
3.1.2	Identificação dos critérios de exposição .....	58
3.1.2.1	Exposição humana .....	59
3.1.2.2	Exposição do edificado.....	59
3.1.3	Ponderação dos critérios de vulnerabilidade e exposição.....	60
3.1.4	Obtenção dos índices de vulnerabilidade, exposição e risco .....	62
3.2	Análise de custos de estratégias de adaptação .....	68
3.2.1	Defesa/Proteção .....	71
3.2.2	Acomodação .....	72
3.2.3	Acomodação + Defesa/proteção .....	73



3.2.4	Relocalização .....	73
<b>4</b>	<b>Exposição, Vulnerabilidade e Risco de Erosão e Galgamento no Litoral Continental Português. Estratégias de Adaptação e Custos .....</b>	<b>75</b>
4.1	Mapas dos critérios e subcritérios .....	75
4.2	Índices de vulnerabilidade, exposição e risco .....	75
4.2.1	Índices da célula sedimentar 1a .....	76
4.2.2	Índices da célula sedimentar 1b .....	80
4.2.3	Índices da célula 1c .....	84
4.2.4	Índices da célula sedimentar 2 .....	88
4.2.5	Índices da célula sedimentar 3 .....	92
4.2.6	Índices da célula sedimentar 4 .....	96
4.2.7	Índices da célula sedimentar 5 .....	103
4.2.8	Índices da célula sedimentar 6 .....	110
4.2.9	Índices da célula sedimentar 7 .....	114
4.2.10	Índices da célula sedimentar 8 .....	118
4.3	Mapas dos critérios e índices de exposição, vulnerabilidade e risco da Praia do Furadouro ..	125
4.3.1	Critérios de exposição .....	125
4.3.1.1	Exposição humana .....	125
4.3.1.2	Exposição do edificado .....	129
4.3.2	Critérios de vulnerabilidade .....	132
4.3.3	Índice de Exposição .....	136
4.3.4	Índice de Vulnerabilidade .....	137
4.3.5	Índice de Risco .....	139
4.4	Obras de defesa e proteção costeira .....	140
4.5	Custos das estratégias de adaptação na Praia do Furadouro .....	141
<b>5</b>	<b>Conclusão .....</b>	<b>144</b>
<b>6</b>	<b>Referências Bibliográficas .....</b>	<b>149</b>
<b>7</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>154</b>
7.1	CLASSIFICAÇÃO DE VULNERABILIDADE NAS CLASSES GEOLÓGICAS DO MAPA GEOLÓGICO DE PORTUGAL .....	154
7.2	CLASSIFICAÇÃO DE VULNERABILIDADE QUANTO À ARTIFICIALIZAÇÃO DO SOLO NAS DIFERENTES CLASSES DA CARTA DE OCUPAÇÃO DO SOLO .....	158
7.3	PONDERAÇÃO DOS CRITÉRIOS DE VULNERABILIDADE E ANÁLISE DE CONSISTÊNCIA (1) .....	161

7.4	PONDERAÇÃO DE CRITÉRIOS DE VULNERABILIDADE E ANÁLISE DE CONSISTÊNCIA (2) .....	163
7.5	PONDERAÇÃO DE SUBCRITÉRIOS DE EXPOSIÇÃO HUMANA E ANÁLISE DE CONSISTÊNCIA (1) .....	165
7.6	PONDERAÇÃO DE SUBCRITÉRIOS DE EXPOSIÇÃO DO EDIFICADO E ANÁLISE DE CONSISTÊNCIA (1) .....	166
7.7	PONDERAÇÃO DE CRITÉRIOS DE EXPOSIÇÃO HUMANA E EDIFICADO E ANÁLISE DE CONSISTÊNCIA (1) .....	167
7.8	PONDERAÇÃO DE SUBCRITÉRIOS DE EXPOSIÇÃO HUMANA E ANÁLISE DE CONSISTÊNCIA (2) .....	168
7.9	PONDERAÇÃO DE SUBCRITÉRIOS DE EXPOSIÇÃO DO EDIFICADO E ANÁLISE DE CONSISTÊNCIA (2) .....	169
7.10	PONDERAÇÃO DE CRITÉRIOS DE EXPOSIÇÃO HUMANA E EDIFICADO E ANÁLISE DE CONSISTÊNCIA (2) .....	170
7.11	MÉDIA DAS PONDERAÇÕES REALIZADAS PELOS ESPECIALISTAS DOS CRITÉRIOS TOTAIS.....	171
7.12	TABELA DOS CUSTOS DA ESTRATÉGIA DE DEFESA/PROTEÇÃO .....	172
7.13	TABELA DOS CÁLCULOS DOS CUSTOS DA ESTRATÉGIA DE RELOCALIZAÇÃO E ACOMODAÇÃO NO ANO INICIAL .....	173

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 – Esquema simplificado dos processos que influenciam a posição da linha de costa (GTL, 2014). .....	3
Figura 2.2 – Representação esquemática do balanço sedimentar numa célula sedimentar (Van Rijn, 2010; GTL, 2014). .....	4
Figura 2.3 – Área abrangida pelas bacias hidrográficas que desaguam em Portugal (Fonte: Dias J. M., 1990) .....	9
Figura 2.4 – Ondulação incidente num esporão em condições de tempestade de Inverno (com “storm surge”) (Fonte: PROCIV, 2010) .....	11
Figura 2.5- Efeitos de uma construção à beira-mar sobre a conservação da praia (Fonte: PROCIV, 2010) .....	11
Figura 2.6 – Média global da concentração de emissões dos principais gases de efeito de estufa. (Fonte: IPCC, 2014) .....	13
Figura 2.7 – Registos da média mensal da concentração de dióxido de carbono no Observatório Mauna Loa no Hawai entre 1960 e 2010. (Fonte: NOAA, 2015) .....	13
Figura 2.8 – Registos da média mensal de concentração de dióxido de carbono na atmosfera no Observatório Mauna Loa no Hawai desde 2011. (Fonte: NOAA, 2015) .....	13
Figura 2.9 – Emissões totais anuais antropogénicas de gases de efeito de estufa entre 1979 e 2010. (Fonte: IPCC, 2014). .....	14
Figura 2.10 – Desvio da combinação da temperatura média global da superfície terrestre e marítima relativamente ao período entre 1985 e 2005. (Fonte: IPCC, 2014) .....	14
Figura 2.11 – Alteração global do nível médio do mar desde 1900. (Fonte: IPCC, 2014) .....	15
Figura 2.12 – Limites costeiros. (Fonte: Gomes, <i>et al.</i> , 2006) .....	17
Figura 2.13 – Evolução do NMM, na plataforma continental portuguesa, nos últimos 18 000 anos (Dias A. , 2004). .....	19
Figura 2.14 – Hipótese da linha de costa na plataforma continental portuguesa (Dias, 1997; Araújo, 2002)) .....	20
Figura 2.15 – Secções e pontos estudados ao longo da costa oeste portuguesa. As setas representam a direção de pico média anual (Mota & Pinto, 2012) .....	22
Figura 2.16 – Registos das alturas máximas e alturas médias significativas do Ondógrafo de Leixões entre 1999 e 2015. ....	23
Figura 2.17 - - Registos das alturas máximas e alturas médias significativas do Ondógrafo de Sines entre 1999 e 2015. ....	24
Figura 2.18 - Registos das alturas máximas e alturas médias significativas do Ondógrafo de Faro entre 1999 e 2015. ....	24
Figura 2.19 - Geomorfologia simplificada do litoral português e divisão em células sedimentares. (Fonte: GTL, 2014) .....	25
Figura 2.20 – Unidades morfoestruturais ou morfotectónicas de Portugal Continental (Fonte: <a href="http://snirh.apambiente.pt/">http://snirh.apambiente.pt/</a> ) .....	26
Figura 2.21 - Versão simplificada da Carta Geológica de Portugal (Fonte: ex Instituto Geológico e Mineiro, atual INETI) .....	26
Figura 2.22 – Taxas de erosão e acreção no litoral continental entre 1958 e 2014. (Fonte: Santos, Lopes, Moniz, Ramos, & Taborda, 2014 em Lira, 2014) .....	29

Figura 2.23 – Entradas de estrangeiros nos aeroportos de Lisboa, Faro e Porto, entre 1966 e 2001 (segundo dados disponibilizados pela A.N.A) (Dias J. M., 2005).....	33
Figura 2.24 – Variação do NMM em Cascais, medições obtidas com o marégrafo de Cascais ( Fonte: Santos, Lopes, Moniz, Ramos, & Taborda, 2014 em Antunes, 2014) .....	35
Figura 2.25 – Estratégias de adaptação costeira_ proteção, acomodação e realocização (Fonte: Santos, Lopes, Moniz, Ramos, & Taborda, 2014). .....	38
Figura 2.26 – Evolução das práticas de adaptação nas zonas costeiras (Fonte: GTL, 2014; em EEA2013). .....	40
Figura 2.27 – Quebra-mares destacados. (Fonte: van Rijn, 2013) .....	42
Figura 2.28- Palheiros tradicionais. (Fonte: Dias, 1994; GTL, 2014) .....	44
Figura 2.29 – Atuais palheiros da praia da Tocha (Fonte: <a href="http://visoesdagandara.blogspot.pt/2012/03/os-actuais-palheiros-e-casas.html">http://visoesdagandara.blogspot.pt/2012/03/os-actuais-palheiros-e-casas.html</a> .....	44
Figura 2.30 - – Parc Joan Miró, Barcelona. Depósito subterrâneo de águas pluviais. (Fonte: <a href="http://habitat urba.bcn.cat/">http://habitat urba.bcn.cat/</a> ) .....	45
Figura 2.31 – Projeto Pavilhão flutuante da Estratégia de Adaptação as Alterações Climáticas de Roterdão (Fonte: <a href="http://www.sustainableinsteel.eu/p/558/pcm_projects.html">http://www.sustainableinsteel.eu/p/558/pcm_projects.html</a> .....	45
Figura 2.32 – <i>Flood Shutters</i> , proteções contra inundações implementadas no edifício em Hamburgo. (Fonte: <a href="http://nuweb4.neu.edu/architectureinberlin/?p=721">http://nuweb4.neu.edu/architectureinberlin/?p=721</a> ) .....	45
Figura 2.33 – Esquema das ações “remover”, “relocalizar” e “readaptar”. (Fonte: Oliveira, 2013; Veloso-Gomes & Oliveira, 2013) .....	46
Figura 3.1 – Identificação do índice randómico médio. (Fonte: Saaty, 1991; Rafaeli & Muller, 2007) .....	62
Figura 3.2– Modelo da conversão dos ficheiros vetoriais em ficheiros <i>raster</i> , referentes ao índice de vulnerabilidade com o <i>software ArcGis</i> . .....	62
Figura 3.3 – Modelo da conversão dos dados vetoriais para dados <i>raster</i> referentes ao índice de exposição, com o <i>software ArcGis</i> . .....	63
Figura 3.4 – Modelo de reclassificação de dados para os critérios de exposição.....	64
Figura 3.5 – Modelo da reclassificação de dados para os critérios de vulnerabilidade. ....	64
Figura 3.6 - Modelo de utilização do <i>Raster Calculator</i> para a obtenção do índice global de exposição.....	65
Figura 3.7 – Modelo de utilização do <i>Raster Calculator</i> para a obtenção do índice global de vulnerabilidade.....	65
Figura 3.8 – Modelo de utilização do <i>Raster Calculator</i> para a obtenção do índice global de vulnerabilidade.....	67
Figura 3.9 – Local de estudo, Praia do Furadouro, Ovar. (Fonte: APA, 2014).....	69
Figura 3.10 – Fotografia aérea da defesa aderente longitudinal da área de estudo (Praia do Furadouro) (Fonte: APA, 2014).....	69
Figura 3.11 – Fotografia aérea dos esporões do local de estudo (Praia do Furadouro) (Fonte: APA, 2014) .....	70
Figura 3.12 – Fotografia aérea das dunas artificiais do local de estudo (Praia do Furadouro) (Fonte: APA, 2014). .....	70
Figura 3.13 – Custos (em 2000€) de investimento e manutenção de intervenções de defesa costeira na zona centro portuguesa. (Fonte: Roebing, Coelho, & Reis, 2011).....	71

Figura 3.14 – Valor do custo (em 2012€) da obra de defesa costeira dique de areia na zona sul da praia da Vagueira (Fonte: Maia, Bernardes, & Alves, 2015).....	71
Figura 4.1 – Mapa do índice de vulnerabilidade ponderado da <i>célula sedimentar 1 a</i> .....	77
Figura 4.2 – Mapa do índice de exposição (ponderado) da <i>célula sedimentar 1 a</i> . ....	78
Figura 4.3 – Mapa do índice de risco da <i>célula sedimentar 1 a</i> .....	79
Figura 4.4 – Mapa do índice de exposição (ponderado) da <i>célula sedimentar 1b</i> . ....	81
Figura 4.5 – Mapa do índice de vulnerabilidade (ponderado) da <i>célula sedimentar 1b</i> . ....	82
Figura 4.6 – Mapa do índice de risco da <i>célula sedimentar 1b</i> .....	83
Figura 4.7 – Mapa do índice de exposição (ponderado) da <i>célula sedimentar 1c</i> . ....	85
Figura 4.8 – Mapa do índice de vulnerabilidade (ponderado) da <i>célula sedimentar 1c</i> .....	86
Figura 4.9 – Mapa do índice de risco da <i>célula sedimentar 1c</i> .....	87
Figura 4.10 . Mapa do índice de exposição ponderado da <i>célula sedimentar 2</i> .....	89
Figura 4.11 – Mapa do índice de vulnerabilidade ponderado da <i>célula sedimentar 2</i> .....	90
Figura 4.12 – Mapa do índice de risco da <i>célula sedimentar 2</i> .....	91
Figura 4.13 – Mapa do índice de exposição (ponderado) da <i>célula sedimentar 3</i> .....	93
Figura 4.14 – Mapa do índice de vulnerabilidade (ponderado) da <i>célula sedimentar 3</i> . ....	94
Figura 4.15 – Mapa do índice de risco da <i>célula sedimentar 3</i> .....	95
Figura 4.16 – Mapa do índice de exposição (ponderado) da zona 1 da <i>célula sedimentar 4</i> ....	97
Figura 4.17 – Mapa do índice de exposição (ponderado) da zona 2 e 3 da <i>célula sedimentar 4</i> . .....	98
Figura 4.18 – Mapa do índice de Vulnerabilidade (ponderado) da zona 1 da <i>célula sedimentar 4</i> .....	99
Figura 4.19 – Mapa do índice de vulnerabilidade (ponderado) da zona 2 e 3 da <i>célula sedimentar 4</i> . ....	100
Figura 4.20 – Mapa do índice de risco da zona 1 da <i>célula sedimentar 4</i> . ....	101
Figura 4.21 – Índice de risco da zona 2 e 3 da <i>célula sedimentar 4</i> . ....	102
Figura 4.22 – Mapa do índice de exposição (ponderado) da zona 1 da <i>célula sedimentar 5</i> ...104	
Figura 4.23 – Mapa do índice de exposição da zona 2 e 3 da <i>célula sedimentar 5</i> . ....	105
Figura 4.24 – Mapa do índice de vulnerabilidade (ponderado) da zona 1 da <i>célula sedimentar 5</i> . .....	106
Figura 4.25 – Mapa do índice de vulnerabilidade (ponderado) da zona 2 e 3 da <i>célula sedimentar 5</i> . ....	107
Figura 4.26 – Mapa do índice de risco da zona 1 da <i>célula sedimentar 5</i> . ....	108
Figura 4.27 – Mapa do índice de risco da zona 2 e 3 da <i>célula sedimentar 5</i> .....109	
Figura 4.28 – Mapa do índice de exposição (ponderado) da <i>célula sedimentar 6</i> . ....	111
Figura 4.29 – Mapa do índice de vulnerabilidade (ponderado) da <i>célula sedimentar 6</i> . ....	112
Figura 4.30 – Mapa do índice de risco da <i>célula sedimentar 6</i> .....	113
Figura 4.31 – Mapa do índice de exposição (ponderado) da <i>célula sedimentar 7</i> .....	115
Figura 4.32 – Mapa do índice de vulnerabilidade (ponderado) da <i>célula sedimentar 7</i> . ....	116
Figura 4.33 – Mapa do índice de risco da <i>célula sedimentar 7</i> .....	117
Figura 4.34 – Mapa do índice de exposição da zona 1 da <i>célula sedimentar 8</i> .....	119
Figura 4.35 – Mapa do índice de exposição da zona 2 e 3 da <i>célula sedimentar 8</i> . ....	120
Figura 4.36 – Mapa do índice de vulnerabilidade da zona 1 da <i>célula sedimentar 8</i> .....	121
Figura 4.37 – Mapa do índice de vulnerabilidade da zona 2 e 3 da <i>célula sedimentar 8</i> . ....	122

Figura 4.38 – Mapa do índice de risco da zona 1 da <i>célula sedimentar 8</i> .	123
Figura 4.39 – Mapa do índice de risco da zona 2 e 3 da <i>célula sedimentar 8</i> .	124
Figura 4.40 – Localização da Praia do Furadouro em Portugal Continental	125
Figura 4.41 – Mapa do critério de exposição <i>número de residentes</i> e respetiva classificação	126
Figura 4.42 – Mapa do critério de exposição <i>número de presentes</i> e respetiva classificação.	127
Figura 4.43 – Mapa do critério de exposição <i>densidade de residentes</i> e respetiva classificação	128
Figura 4.44 – Mapa do critério de exposição <i>densidade de presentes</i> e respetiva classificação	129
Figura 4.45 – Mapa do critério de exposição <i>número de edifícios clássicos</i> .	130
Figura 4.46 – Mapa do critério de exposição <i>número de alojamentos</i> .	131
Figura 4.47 – Mapa do critério de exposição <i>densidade de alojamentos no edificado</i> .	132
Figura 4.48 – Mapa do critério <i>distância à linha de costa</i> e respetiva classificação de vulnerabilidade.	133
Figura 4.49 – Mapa do critério <i>topografia</i> e respetiva classificação de vulnerabilidade	134
Figura 4.50 – Mapa do critério <i>artificialização do solo</i> e respetiva classificação de vulnerabilidade.	135
Figura 4.51 – Mapa do índice de exposição da Praia do Furadouro.	137
Figura 4.52 – Mapa do índice de vulnerabilidade da Praia do Furadouro.	138
Figura 4.53 – Mapa do índice de risco da Praia do Furadouro	139
Figura 4.54 – Mapa da localização das obras de defesa no local de estudo (Praia do Furadouro)	140
Figura 4.55 – Gráfico dos custos acumulados das estratégias de adaptação	142
Figura 4.56 – Zoom ao gráfico dos custos acumulados das estratégias de adaptação	143

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Definições dos processos geológicos que influenciam a variação do NMM.....	7
Tabela 2 – Projeções para 2100 da subida do nível médio do mar (Fonte: IPCC, 2007; Costa, 2013) .....	16
Tabela 3 – Média anual e desvio padrão de altura significativa, período energético, direção de pico e potência da onda em cada ponto (Mota & Pinto, 2012). .....	22
Tabela 4 – Localização das células e subcélulas sedimentares. ....	25
Tabela 5 – Medidas leves e medidas pesadas de adaptação costeira (Fonte: adaptado de Policy Research Corporation, 2009).....	39
Tabela 6 – Classificação da vulnerabilidade em relação à linha de costa .....	54
Tabela 7 – Classificação da vulnerabilidade em relação às cotas topográficas.....	54
Tabela 8 – Classificação da vulnerabilidade quanto às características geológicas .....	55
Tabela 9 – Classificação da vulnerabilidade em relação à geomorfologia.....	56
Tabela 10 – Classificação de vulnerabilidades em relação à agitação marítima .....	57
Tabela 11 – Classificação de vulnerabilidades quanto à artificialização e revestimento do solo. Adaptado de Coelho, Taveira-Pinto, Veloso-Gomes, & Pais-Barbosa, 2005.....	58
Tabela 12 – Escala de relativa importância (adaptado de Saaty, (1990).....	60
Tabela 13 – Matriz de classificação do risco .....	67
Tabela 14 - Custos de manutenção (em 2014€) de obras de defesa costeira .....	71
Tabela 15 – Tipo de edifício identificado na área de estudo (Praia do Furadouro) .....	72
Tabela 16 – tipo de atividade dos edifícios identificados na área de estudo (Praia do Furadouro) .....	72
Tabela 17 – Pressupostos utilizados no cálculo do custo de demolição consoante o tipo de edifício .....	74
Tabela 18 – Custos acumulados das estratégias de adaptação ao longo de 50 anos no local de estudo (Praia do Furadouro) .....	141
Tabela 19 – Matriz de comparação par-a-par dos critérios de vulnerabilidade (1).....	161
Tabela 20 – Normalização da matriz de comparação dos critérios de vulnerabilidade (1).....	161
Tabela 21 – Determinação do vetor soma ponderada dos critérios de vulnerabilidade (1).....	162
Tabela 22 – Cálculo dos pesos dos critérios de vulnerabilidade (1) .....	162
Tabela 23 – Cálculo do vetor consistência dos critérios de vulnerabilidade (1).....	162
Tabela 24 – Cálculo da razão de consistência dos critérios de vulnerabilidade (1) .....	162
Tabela 25 - Matriz de comparação par-a-par dos critérios de vulnerabilidade (2) .....	163
Tabela 26 - Normalização da matriz de comparação dos critérios de vulnerabilidade (2) .....	163
Tabela 27 - Determinação do vetor soma ponderada dos critérios de vulnerabilidade (2).....	164
Tabela 28 – Cálculo dos pesos dos critérios de vulnerabilidade (2).....	164
Tabela 29 – Cálculo do vetor consistência dos critérios de vulnerabilidade (2).....	164
Tabela 30 – – Cálculo da razão de consistência dos critérios de vulnerabilidade (2) .....	164
Tabela 31 - Matriz de comparação par-a-par dos subcritérios de exposição humana (1).....	165
Tabela 32 - Normalização da matriz de comparação dos subcritérios de exposição humana (1) .....	165
Tabela 33 - Determinação do vetor soma ponderada dos subcritérios de exposição humana (1) .....	165

Tabela 34 – Cálculo dos pesos dos subcritérios de exposição humana (1).....	165
Tabela 35 – Cálculo do vetor consistência dos subcritérios de exposição humana (1).....	165
Tabela 36 – – Cálculo da razão de consistência dos subcritérios de exposição humana (1)...	165
Tabela 37 - Matriz de comparação par-a-par dos subcritérios de exposição do edificado (1)..	166
Tabela 38 - Normalização da matriz de comparação dos subcritérios de exposição do edificado (1) .....	166
Tabela 39 – Cálculo do vetor consistência dos subcritérios de exposição do edificado (1)) ....	166
Tabela 40 – Cálculo dos pesos dos subcritérios de exposição do edificado (1) .....	166
Tabela 41 - Determinação do vetor soma ponderada dos subcritérios de exposição do edificado (1) .....	166
Tabela 42 – Cálculo da razão de consistência dos subcritérios de exposição do edificado (1)	166
Tabela 43 - Matriz de comparação par-a-par dos critérios de exposição humana e edificado (1) .....	167
Tabela 44 - Normalização da matriz de comparação dos critérios de exposição humana e edificado (1) .....	167
Tabela 45 - Determinação do vetor soma ponderada dos critérios de exposição humana e edificado (1) .....	167
Tabela 46 – Cálculo dos pesos dos critérios de exposição humana e edificado (1)) .....	167
Tabela 47 – Cálculo do vetor consistência dos critérios de exposição humana e edificado (1)) .....	167
Tabela 48 – Cálculo dos pesos totais dos subcritérios de exposição humana e edificado (1))	167
Tabela 49 – – Cálculo da razão de consistência dos critérios de exposição humana e edificado (1) .....	167
Tabela 50 - Matriz de comparação par-a-par dos subcritérios de exposição humana (2).....	168
Tabela 51 - Determinação do vetor soma ponderada dos subcritérios de exposição humana (2) .....	168
Tabela 52 - Normalização da matriz de comparação dos subcritérios de exposição humana (2) .....	168
Tabela 53 – Cálculo dos pesos dos subcritérios de exposição humana (2).....	168
Tabela 54 – Cálculo do vetor consistência dos subcritérios de exposição humana (2).....	168
Tabela 55 – – Cálculo da razão de consistência dos subcritérios de exposição humana (2)...	168
Tabela 56 - Matriz de comparação par-a-par dos subcritérios de exposição do edificado (2)..	169
Tabela 57 - Normalização da matriz de comparação dos subcritérios de exposição do edificado (2) .....	169
Tabela 58 - Determinação do vetor soma ponderada dos subcritérios de exposição do edificado (2) .....	169
Tabela 59 – Cálculo dos pesos dos subcritérios de exposição do edificado (2) .....	169
Tabela 60 – Cálculo do vetor consistência dos subcritérios de exposição do edificado (2) .....	169
Tabela 61 – Cálculo da razão de consistência dos subcritérios de exposição do edificado (2)	169
Tabela 62 - Normalização da matriz de comparação dos critérios de exposição humana e edificado (2) .....	170
Tabela 63 - Matriz de comparação par-a-par dos critérios de exposição humana e edificado (2) .....	170
Tabela 64 – Cálculo dos pesos dos critérios de exposição humana e edificado (2) .....	170



Tabela 65 - Determinação do vetor soma ponderada dos critérios de exposição humana e edificado (2) .....	170
Tabela 66 – Cálculo dos pesos totais dos subcritérios de exposição humana e edificado (2) .	170
Tabela 67 – Cálculo do vetor consistência dos critérios de exposição humana e edificado (2) .....	170
Tabela 68 – Cálculo da razão de consistência dos critérios de exposição humana e edificado (2) .....	170
Tabela 69 – Média geométrica das ponderações realizadas pelos especialistas dos critérios de vulnerabilidade.....	171
Tabela 70 - Média geométrica das ponderações realizadas pelos especialistas dos critérios de exposição.....	171



## LISTA DE ABREVIATURAS

---

A.N.A	Aeroportos de Portugal
ACB	Análise custo benefício
AHP	Analytic Hierarchy Process
AP	Antes do presente
APA	Agência Portuguesa do Ambiente
ATTR	Áreas Territoriais a Reabilitar e a Regenerar
ENGIZC	Estratégia Nacional de Gestão Integrada da Zona Costeira
GIZC	Gestão Integrada das Zonas Costeiras
IMI	Imposto Municipal sobre Imóveis
INE	Instituto Nacional de Estatística
INETI	Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação
LCP	Litoral Continental Português
NMM	Nível Médio do Mar
PDM	Plano Diretor Municipal
PIB	Produto Interno Bruto
PMOT	Plano Municipal de Ordenamento do Território
POOC	Plano de Ordenamento da Orla Costeira
POSEUR	Programa Operacional Sustentabilidade e Eficiência no Uso de Recursos
PP	Plano de Pormenor
PU	Plano de Urbanização
SIARL	Sistema de Administração do Recurso Litoral
SIG	Sistema de Informação Geográfico
TRH	Taxa dos Recursos Hídricos



# 1 Objetivos Gerais e Organização

---

## 1.1 Enquadramento e descrição do problema

O desenvolvimento sustentável e integrado das zonas costeiras do continente português assumem crescente importância em termos económicos, ambientais e sociais, uma vez que são as zonas mais densamente povoadas e que mais contribuem para o PIB e desenvolvimento do país. Estas zonas estão sujeitas a pressões naturais mas sobretudo antrópicas e que se têm vindo a intensificar com o aumento da sua procura a nível local e os efeitos decorrentes dos processos globais resultantes das alterações climáticas. Assim, é essencial a compreensão dos fatores que concorrem para a identificação do risco devido à ação do mar e do próprio homem para fundamentar opções na área do urbanismo e no ordenamento do território e bem assim em planos de ação necessários a uma adequada proteção, prevenção e socorro da população afetada. Para apoiar a decisão a tomar, na escolha da estratégia a adotar para prevenção de riscos é igualmente necessário fazer análises de custos e benefícios das diferentes estratégias.

Este trabalho é resultado de um estágio na Agência Portuguesa do Ambiente que decorreu entre Março e Setembro de 2015 num total de cerca de 1010 horas. No estágio, o autor trabalhou 30% do tempo para a dissertação e o restante para trabalho de estágio, embora a maioria desse trabalho tenha sido aproveitado para a presente dissertação. O trabalho de estágio foi predominantemente orientado para a delimitação de áreas de edificado no litoral continental português e a classificação do mesmo quanto ao tipo de edifício e atividade através do *software ArcGis* e que constituiu a base para o desenvolvimento do trabalho da presente dissertação.

## 1.2 Objetivos e âmbito

Elaboração de uma proposta de estratégia de adaptação para os litorais artificializados em risco de erosão, galgamento e inundação costeira, incluindo estratégias combinadas de proteção, acomodação e realocação baseadas na modelação dos processos costeiros, especialmente para os troços de maior risco, tendo em consideração análises multicritérios e análises de custo para a tomada de decisão.

Para tal, propõe-se um modelo de identificação de zonas expostas, vulneráveis e em risco, à escala continental, através da análise multicritério e de avaliação integrada das medidas de adaptação e dos custos associados a diferentes opções de adaptação através da análise dos custos e que poderá

também constituir um instrumento de apoio à tomada de decisão que envolva a gestão do risco costeiro. O caso de estudo utilizado para a avaliação integrada das medidas de adaptação e dos custos associados é a Praia do Furadouro, no concelho de Ovar, por ser um aglomerado costeiro que apresenta particulares fragilidades ao avanço do mar.

### **1.3 Organização da dissertação**

A dissertação é dividida em 5 capítulos.

No capítulo 1 “Objetivos Gerais e Organização” é apresentado o problema e o seu enquadramento, são apresentados os objetivos e o âmbito do estudo.

No capítulo 2 “O Litoral Continental Português. Enquadramento Conceptual” é realizada uma revisão dos temas relevantes para o estudo. São caracterizadas as ações naturais e antropogénicas e as alterações que influenciam a erosão costeira. Efetua-se a caracterização do litoral continental português quanto à agitação marítima, geologia, geomorfologia, população, erosão costeira e evolução histórica da linha de costa. São abordados os documentos legais relevantes para o estudo e tema. São caracterizadas as estratégias de adaptação, defesa/proteção, acomodação e realocização. São revistas as metodologias de análises realizadas na dissertação.

No capítulo 3 “Metodologia” é abordada a metodologia da avaliação da exposição, vulnerabilidade e risco do litoral continental português e da análise de custos das estratégias de adaptação.

No capítulo 4 “Exposição, Vulnerabilidade e Risco de Erosão e Galgamento no Litoral Continental Português. Estratégias de Adaptação e Custos” são apresentados os mapas resultados da avaliação de exposição, vulnerabilidade e risco das células sedimentares do litoral continental português. São apresentados os mapas dos critérios de exposição e vulnerabilidade e os mapas dos índices de exposição, vulnerabilidade e risco da Praia do Furadouro. Por fim, são apresentados os custos das estratégias de adaptação por um período de 50 anos na Praia do Furadouro.

No capítulo 5 “Conclusão”, é realizada uma síntese do trabalho, são apresentados os principais resultados, o cumprimento dos objetivos, as aplicações práticas para a metodologia desenvolvida as limitações e recomendações para o futuro da investigação.

## 2 O Litoral Continental Português. Enquadramento Conceptual

A linha de costa e a morfologia de praia estão em constante evolução devido à elevada dinâmica e complexidade a que o sistema praia-oceano está sujeito. Este sistema está constantemente à procura do equilíbrio, embora nunca o alcance uma vez que a areia é constantemente transportada, depositada ou retirada do sistema. A contínua interação entre os agentes da geodinâmica interna e externa e a ação antropogénica são responsáveis pela elevada dinâmica e complexidade deste sistema assim como o recuo ou avanço da linha de costa e a respetiva morfologia.

A morfologia e a posição da linha de costa estão dependentes de vários factores interativos e retroativos. Para GTL (2014) estes factores são o forçamento oceanográfico, os sedimentos, o contexto geomorfológico e a intervenção humana. O factor forçamento oceanográfico é constituído pelas ondas, marés, correntes costeiras, sobre-elevação meteorológica e o NMM. O factor sedimentos depende da sua natureza, dimensão e disponibilidade. Do factor geomorfológico inclui-se as arribas, praias, estuários, lagoas, ilhas barreiras, entre outras. Dependendo das interações entre estes factores resulta a intensidade de recuo ou avanço da linha de costa. De forma simplificada, a morfologia da costa portuguesa é principalmente influenciada pela interação das ondas, pelo fornecimento sedimentar e pelas variações do NMM (figura 2.1).

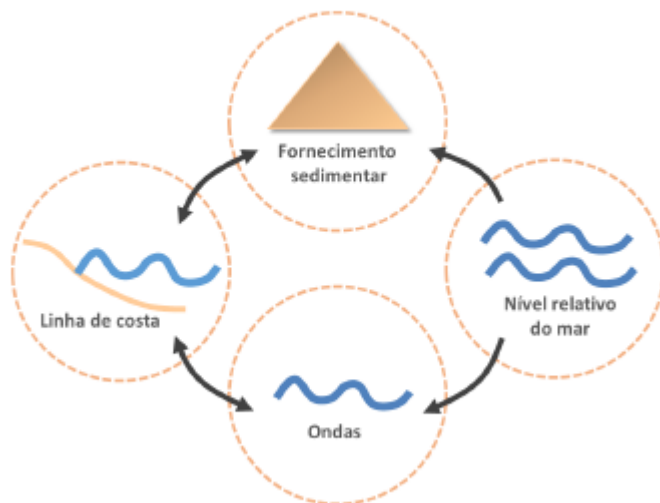


Figura 2.1 – Esquema simplificado dos processos que influenciam a posição da linha de costa (GTL, 2014).

O fornecimento sedimentar e o seu balanço é um dos principais factores para o movimento e posição da linha de costa. O balanço sedimentar é definido pela quantificação de entradas (fontes) e saídas (sumidouros) de sedimentos no sistema ou numa célula sedimentar (figura 2.2). Se o fornecimento de sedimentos é superior aos sedimentos retirados, então a tendência da linha de costa é a de avanço e o balanço sedimentar é positivo. Se o balanço sedimentar é negativo, então a linha de costa tende a recuar.

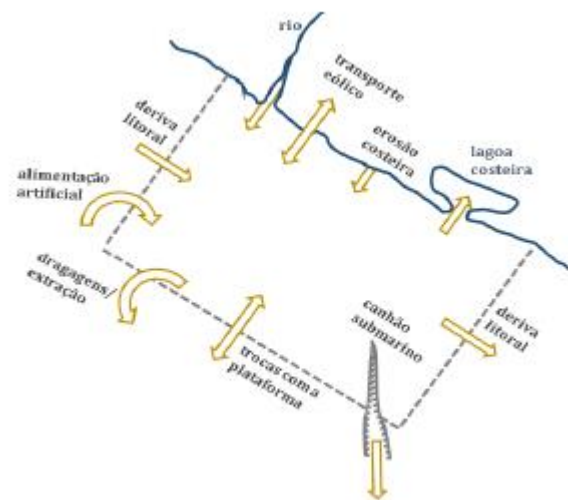


Figura 2.2 – Representação esquemática do balanço sedimentar numa célula sedimentar (Van Rijn, 2010; GTL, 2014).

A variação do NMM faz variar o desenho e posição da linha de costa. Dependendo de vários factores, tais como a altura e inclinação do terreno, um aumento do NMM poderá implicar um recuo da linha de costa, ou seja a deslocação da linha de costa para o interior do continente. O conhecimento deste fenómeno é essencial para perceber a sua influência na posição da linha de costa.

## 2.1 Ações naturais

Neste capítulo expõem-se as ações naturais suscetíveis de modificar a morfologia do litoral, assim como a posição da linha de costa. Estas ações provocam erosão/acreção do litoral, a subida/descida do NMM, galgamentos e inundações costeiras. O conhecimento destas ações é essencial para a análise de vulnerabilidades do litoral às ações do mar e para uma gestão eficiente dos riscos costeiros.

### 2.1.1 Marés

As marés são causadas principalmente pela atração gravitacional do Sol e da Lua, sendo que a Lua, devido à sua proximidade com a Terra, é a principal influência para a ocorrência do fenómeno *marés* (Instituto Hidrográfico, 2015). As variações destes astros definem o ciclo das marés, sendo que a maré sobe aquando das passagens meridiana superior e inferior da Lua.



As preia-mares (maré alta) ocorrem regularmente com um intervalo médio de meio-dia lunar (aproximadamente 12 horas e 25 minutos) e o intervalo de tempo entre uma maré preia-mar e baixa-mar são em média 6 horas e 13 minutos (Instituto Hidrográfico, 2015).

As marés vivas são as que têm maior amplitude do ciclo lunar e ocorrem quando o Sol e a Lua estão em oposição (Lua cheia) ou conjunção (Lua nova). Neste momento a influência do Sol sobre as marés é superior e ocorrem marés vivas. As marés mortas ocorrem quando o Sol e a Lua estão em quadratura (quarto crescente e quarto minguante) e a atração gravitacional do Sol contraria a atração da Lua. As marés mortas são as que têm menor amplitude. Em média, as amplitudes de marés vivas em Portugal Continental são cerca de 1,5m e as marés mortas são de 70cm (Instituto Hidrográfico, 2015).

Quando nos equinócios o Sol passa pelo plano do equador terrestre, a amplitude das marés vivas é superior, sendo nestas alturas que se verifica as amplitudes mais elevadas do ano (APRH, 2007).

As marés têm influência na agitação marítima, assim como na forma do litoral, configurando os seus perfis e as faixas emersas e imersas, afetando a faixa e o tipo de rebentação, o espreamento das ondas e o movimento dos sedimentos (Coelho C. D., 2005), influenciando igualmente as taxas de erosão e acreção, sendo as marés vivas, principalmente as equinociais, as que transformam o litoral mais intensamente.

Existem outras variáveis como a pressão atmosférica, os ventos e a própria agitação marítima que também influenciam a amplitude das marés e o nível médio do mar, embora em menor escala que os astros Lua e Sol. A pressão atmosférica é a variável que mais influencia esta amplitude, sendo que as baixas pressões produzem um aumento do nível das águas e as altas pressões produzem uma descida do nível do mar (Instituto Hidrográfico, 2015).

A sobrelevação do nível do mar de origem meteorológica é outro factor a ter em conta. Esta sobrelevação também conhecida como “*storm surge*”, provocada pelas baixas pressões atmosféricas. As baixas pressões atmosféricas estão normalmente associadas a ventos fortes e a uma maior agitação marítima e ocorrem geralmente em situações de temporal. A sobrelevação de origem meteorológica associada a marés vivas podem causar danos elevados nas infraestruturas junto à costa, sendo nessas alturas que ocorrem as maiores amplitudes do nível de água do mar (Ferreira J. C., 2003).

No trabalho de Gama, Dias, Ferreira, & Taborda, (1994) em que se analisou o fenómeno “*storm surge*” em 9 mareógrafos entre 1986 e 1988 observou-se que a altura máxima de “*storm surge*” foi superior a 40 cm em todas as estações e a altura máxima foi de 1,10m em Viana do Castelo.

### **2.1.2 Ventos**

O vento é o deslocamento de ar determinado pelas diferenças de temperatura entre camadas de ar, deslocando-se de altas pressões para baixas pressões atmosféricas. No litoral o vento é gerado pelas diferenças de temperatura entre o oceano e a superfície terrestre.

As características do vento são aspetos fundamentais para estimar os impactos de erosão e galgamento costeiro, visto ser o principal responsável pela geração de ondas e de agitação marítima e é muito importante no transporte de sedimentos de praia e na formação de dunas, estruturas naturais essenciais para a defesa costeira. Por exemplo, a direção e intensidade do vento estão relacionadas com a direção e quantidade de deriva litoral<sup>1</sup>, sendo que a deriva litoral é de barlavento para sotavento e que quanto maior a intensidade do vento, mais intensa a agitação marítima e consequentemente maior a deriva litoral

### **2.1.3 Ondas**

A onda é uma perturbação oscilatória que se propaga através de um meio, que no caso das ondas marítimas, é o mar. Para que ocorra esse fenómeno é necessário energia, que pode ser energia proveniente do vento, ou de movimentos oscilatórios da crosta terrestre provocados por sismos ou vulcões ou pela força de gravitacional da Lua e do Sol (no caso das marés) (APRH, 2007).

Geralmente a energia das ondas é proveniente do vento, daí que as características das ondas e da agitação marítima estão diretamente relacionadas com as características do vento, fazendo com que o sentido das ondas e consequentemente da deriva litoral seja de barlavento para sotavento

As ondas marítimas são muito importantes no fenómeno da erosão costeira, provocando a erosão ao embaterem energeticamente em arribas ou outra forma terrestre sendo também responsáveis pelo transporte sedimentar. O transporte de sedimentos são originados pela aproximação oblíqua das ondas relativamente à linha de costa, provocando uma corrente de deriva litoral com resultante longitudinal que varia consoante os fundos da região próxima da praia e da agitação marítima (Instituto Hidrográfico, 2015).

Segundo APRH (2007), quando a energia das ondas não é dissipada através da rebentação ou do espraçamento e quando existem estruturas artificiais de engenharia costeira, a energia das ondas não é completamente dissipada nestas estruturas, retornando o remanescente para o mar e são provocadas ondas estacionárias que têm grande importância na morfologia da praia (Dias J. M., 2007).

---

<sup>1</sup>“Quantidade de sedimento que passa numa secção do litoral durante determinado período”, definição de Dias J. M., (2007).

#### 2.1.4 Alterações no NMM

Para os autores Dias & Taborda (1988), o NMM depende principalmente de três factores: do volume total de água presente nas bacias oceânicas, da temperatura da água a diferentes profundidades (pois influencia a densidade e volume) e da forma ou batimetria das bacias oceânicas. Os mesmos autores referem que esses factores são modificados principalmente pelos processos glacio-eustáticos, glacio-isostáticos, hidro-isostáticos, tecno-eustáticos, sedimento-eustáticos e os geóido-eustáticos (tabela 1).

De acordo com Dias & Taborda (1988) os factores astronómicos, tais como variações no período de rotação da Terra, também têm influência para a variação do NMM, mas são de difícil quantificação não sendo possível correlacioná-los com o NMM.

Todos estes factores referidos anteriormente influenciam o NMM numa escala temporal secular, i.e. a amplitude de variação do NMM é à ordem das unidades de milímetros por ano (Dias & Taborda, 1988). No entanto, o NMM é alterado periodicamente por vários factores, tais como: ondas superficiais (dimensão métrica); marés lunares (dimensão decimétrica a métrica), sobrelevação das águas causada por temporais ou “storm surge” (pode atingir dezenas de centímetros) (Holman & Sallenger, 1985; Dias & Taborda, 1988), o ciclo lunar nodal (com períodos de 18,6 anos e variações do nível do mar próximo dos 10 mm) (Lisitzin, 1974; Dias & Taborda, 1988), efeitos térmicos que provocam variações na densidade da água e, portanto, do seu volume; episódios do tipo “El Nino” que provocam variações do NMM na costa ocidental sul-americana na ordem das dezenas de centímetros (Komar & Enfiel, 1987; Dias & Taborda, 1988); débito líquido dos rios.

Tabela 1 – Definições dos processos geológicos que influenciam a variação do NMM

Processos:	Definições de Dias & Taborda (1988)
<b>Glacio-eustáticos</b>	Fusão ou crescimento das calotes glaciárias e/ou dos glaciares de montanha.
<b>Glacio-isostáticos</b>	Variações das massas glaciárias causam ajustamentos litosféricos.
<b>Hidro-isostáticos</b>	Ajustamentos litosféricos causados pela variação de força exercida pela água nos fundos oceânicos devido a alterações da sua massa.
<b>Tecno-eustáticos</b>	Modificações na capacidade das bacias causadas por deformações tectónicas.
<b>Sedimento-eustáticos</b>	Modificações da capacidade das bacias oceânicas devido à acumulação de sedimentos.
<b>Geóido-eustáticos</b>	Deformações no relevo do geoide

## **2.2 Ações antropogénicas**

No subcapítulo 2.1 abordou-se as ações naturais que modificam a configuração do litoral, principalmente a erosão e galgamento costeiro e percebeu-se a importância que os forçamentos naturais tiveram (principalmente antes do século XX), e têm, nessa configuração. No entanto, as ações antropogénicas são muito importantes nas ações diretas e indiretas do mar sobre o litoral, sendo que as atividades antrópicas são responsáveis por cerca de 90% do recuo da linha de costa do litoral português (Andrade, 1990; Ferreira *et al*, 1990; Ferreira, *et al.*, 2009; GTL, 2014)

O abastecimento sedimentar do litoral sofre uma redução progressiva, mas intensa, principalmente a partir da Revolução Industrial e do crescimento demográfico exponencial (essencialmente no litoral), devido aos impactos das atividades antropogénicas. Todas as atividades que modifiquem o natural regime hídrico, como são a regularização das linhas de água, as grandes obras de proteção dos canais de navegação de acesso aos portos ou a extração de sedimentos nas bacias hidrográficas, vão ter consequências no balanço sedimentar com profundas implicações negativas nas zonas costeiras.

### **2.2.1 Barragens**

As obras de regularização do leito e aproveitamentos hidroelétricos e hidroagrícolas são uns dos grandes responsáveis pelo défice sedimentar nos litorais costeiros (PROCIV, 2010). Estas infraestruturas retêm sedimentos que outrora tinham como destino os oceanos e consequentemente as praias. Para além dos problemas que provocam de erosão costeira, têm também outros impactos sobre os ecossistemas a jusante e a montante da obra, como a retenção de nutrientes indispensáveis para solos agrícolas, o empobrecimento de biótopos marginais de zonas ribeirinhas, causados pela regularização dos leitos e outros problemas ambientais, que aumentam a desconfiança nestas obras e colocam a incerteza, se o benefício é superior aos custos globais provocados pelos impactos. Contudo esses impactos não serão aprofundados nesta dissertação, que se irá focar nos problemas relacionados com as zonas costeiras.

As barragens provocam a regularização do caudal a montante da mesma e a consequente redução da capacidade transportadora de sedimentos, provocando a deposição dos sedimentos mais grosseiros, nomeadamente as areias, a montante da barragem, provocando uma diminuição da quantidade de sedimentos que atinge os estuários, os oceanos e as praias (Dias, 1993; Dias J. M., 2005).

A diminuição do volume de sedimentos transportados nos rios que tinham como destino o abastecimento do litoral continental português é deduzido pela análise da redução da área que é diretamente drenada para o mar através da construção das barragens (figura 2.3). Conforme se pode observar nessa figura, a diminuição de área que era diretamente drenada para o mar é muito significativa, cerca de 85% em 1990 (Dias J. M., 1990). Para agravar, a área de drenagem inibida representa relevo mais montanhoso e, portanto, com potencial de transporte de sedimentos muito superior.



Figura 2.3 – Área abrangida pelas bacias hidrográficas que desaguam em Portugal (Fonte: Dias J. M., 1990)

Legenda:

1 – Área cuja drenagem não é interrompida pelas barragens.

2 – Área afetada pela existência de barragens

Mi – Minho; L – Lima; C- Cávado; A – Ave; D-Douro; V – Vouga; Mo – Mondego; T – Tejo; S – Sado; G – Guadiana.

Entre 1980 e 1985 existiam 321 barragens nas bacias hidrográficas que drenam para o litoral continental português, 93 em Portugal e 228 em Espanha, com capacidade total de  $32\,356 \times 10^6 \text{ m}^3$  (Dias J. M., 2005). Atualmente o problema é superior, visto terem sido construídas novas barragens desde esse tempo e estar previsto a construção de 44 barragens até 2030 (PROCIV, 2010).

Para além do problema de retenção dos sedimentos, as barragens também dificultam o transporte de sedimentos dos estuários para o litoral e plataforma continental. Este problema tem origem na amortização de cheias que as barragens provocam, pois sabe-se que as cheias facilitam e são responsáveis por grande parte do transporte de sedimentos dos estuários para o litoral (Dias J. M., 2005)

### **2.2.2 Obras portuárias e dragagens**

As obras portuárias e dragagens apesar de serem muito importantes, nomeadamente as obras portuárias para facilitar a navegabilidade de navios propulsionadores do desenvolvimento da economia nacional, têm grandes impactos na dinâmica hidráulica e na retenção da deriva litoral.

As dragagens realizadas em zonas estuarinas, fluviais e costeiras foram muito elevadas e realizadas de forma pouco planeada em Portugal. Para se ter noção representar-se-ão alguns exemplos:  $1,5 \times 10^6 \text{ m}^3$ /ano até 1990 no rio Douro (Dias J. M., 2005); entre 1973 e 1976 extraíram-se de Peniche e da Nazaré  $3,7 \times 10^5 \text{ m}^3$  e  $8,4 \times 10^5 \text{ m}^3$  de areia respetivamente (Paixão 1980/81; Dias J. M., 2005); na costa norte de Aveiro em 1980 extraíram-se em  $4 \times 10^5 \text{ m}^3$  de areias (Oliveira *et al.*, 1982; Dias J. M., 2005).

As dragagens para além de retirarem sedimentos que poderiam ser encaminhados para as praias, provocam também problemas de poluição e de intrusão salina. A remoção de sedimentos altera drasticamente os padrões físico-químicos da água, tais como a temperatura, o oxigénio dissolvido, o pH, nitratos, fosfatos e poluentes (pesticidas, metais pesados, etc.) integrados nos sedimentos que quando são remexidos poluem a água. Estas alterações têm impactos significativos nas comunidades bióticas existentes nestes locais (PROCIV, 2010).

Os molhos portuários interferem intensamente com as dinâmicas sedimentares costeiras, pois retêm a deriva litoral a barlar da estrutura, provocando a erosão e consequente recuo da linha de costa a sotamar da estrutura. Outro problema destas estruturas deriva de momentos de tempestade, em que há elevado escoamento fluvial e “*storm surge*” que complicam as alturas e ângulos de incidência de rebentação provocando a difração e refração das ondas (PROCIV, 2010) aumentando consideravelmente a erosão costeira, principalmente a sotamar da estrutura.

### 2.2.3 Obras de proteção e defesa costeira

As obras de defesa costeira têm como função defender um troço costeiro, normalmente são implementadas quando a situação de erosão já é crítica. Estas obras são eficazes na defesa do edificado a barlamar da estrutura, no entanto provocam erosão acentuada a sotamar da mesma.

As estruturas perpendiculares à costa retêm os sedimentos a barlamar e consequentemente aumentam a erosão a sotamar. Quando a acumulação a barlamar chega ao limite, preenchendo o comprimento do esporão, e se este for longo, poderá haver fuga de sedimentos, sedimentando-se em zonas profundas onde dificilmente serão reintegradas na deriva litoral (Dias J. M., 2005). Na figura 2.4 pode-se observar a interação entre a ondulação, os sedimentos e o esporão, em condições de tempestade. O embate das ondas a sotamar da estrutura provoca duas formas de erosão na praia (PROCIV, 2010), a erosão a sotamar e a erosão a barlamar.

As estruturas longitudinais aderentes têm também impactos elevados na erosão costeira. Estas estruturas têm o objetivo de defender frentes urbanas, no entanto, estas proteções têm o duplo efeito de refletir e reforçar o poder de ondulação, favorecendo o arrastamento da areia para partes profundas da praia, alterando o perfil de praia de dissipativo para reflexivo, diminuindo a largura da praia até ao seu desaparecimento. Na figura 2.5 pode-se

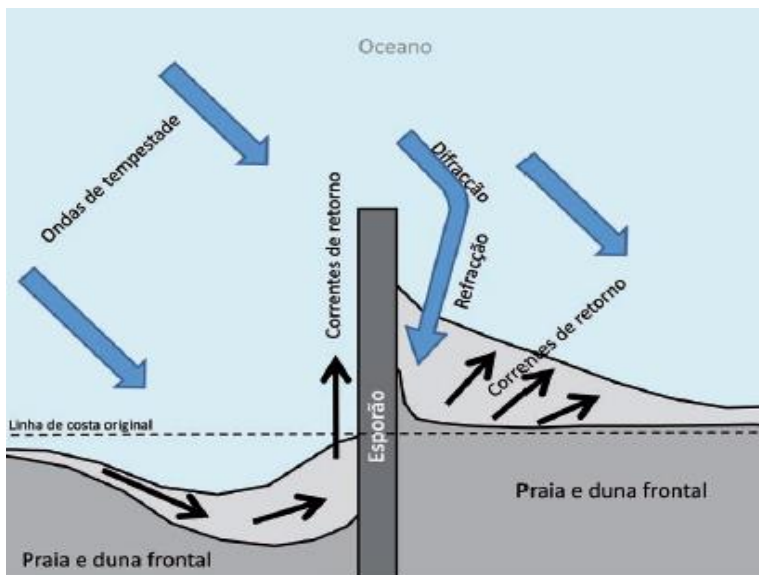


Figura 2.4 – Ondulação incidente num esporão em condições de tempestade de Inverno (com “storm surge”) (Fonte: PROCIV, 2010)

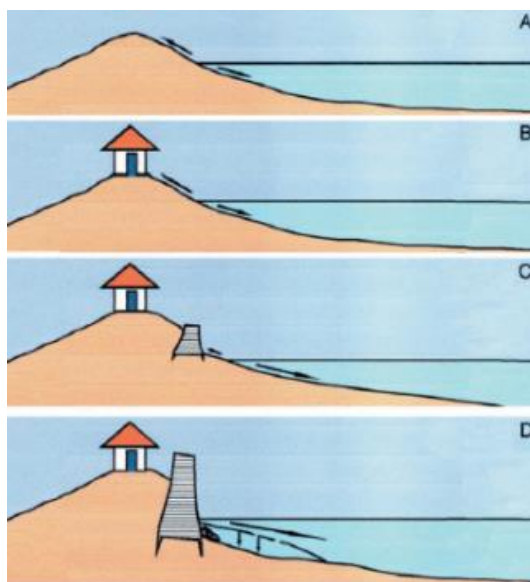


Figura 2.5- Efeitos de uma construção à beira-mar sobre a conservação da praia (Fonte: PROCIV, 2010)

A – Praia em equilíbrio dinâmico  
B – Construção de imóvel na retaguarda da praia  
C – Construção de proteção aderente longitudinal  
D – Reforço da proteção devido ao poder reflexivo das ondas, aumentando o refluxo e aumentando a erosão e consequente perda de praia.

observar o comportamento e efeitos deste tipo de defesa, nomeadamente a erosão e consequente perda de praia. Progressivamente a praia vai adquirindo progressivamente pendor mais acentuado, provocando o descalçamento da estrutura e consequentemente o seu colapso (Dias J. M., 2005)

As obras de proteção destacada, nomeadamente os quebra-mares têm as mesmas consequências que as obras de defesa anteriormente referidas, embora menos nefastas (Dias J. M., 1990).

Estas obras para além de aumentarem os fenómenos de erosão, modificando o equilíbrio dinâmico do litoral, alterando o desenho do mesmo e prejudicando as defesas naturais, encorajam a ocupação humana e o respetivo desenvolvimento nestas áreas (Turner, Burgess, Hadley, Coombes, & Jackson, 2007).

#### **2.2.4 Ocupação do litoral**

Como foi referido anteriormente, as ações antropogénicas têm efeitos negativos na erosão costeira. As obras de defesa costeira, projetadas para proteger o litoral das ações do mar, promovem a construção de edificado nestas zonas aumentando a pressão antrópica nas mesmas. Dessa pressão antrópica resulta o pisoteio de dunas, que destrói o coberto vegetal essencial para “segurar” as dunas, o aparecimento de corredores eólicos, o aumento da artificialização do solo e a construção em arribas que aumentam as cargas exercidas provocando queda de blocos e movimentos de massa (Dias, 1990; Ferreira, *et al.*, 2009)

### **2.3 Alterações Climáticas**

A variabilidade climática é um fenómeno natural com alterações progressivas ao longo de escalas temporais de milhares de anos. No entanto, a variabilidade climática tem evoluído a um ritmo superior desde que as ações antropogénicas se intensificaram. A essas variações, principalmente intensificadas pelo efeito antropogénico, dá-se o nome de alterações climáticas. São exemplo dessas alterações: o aumento da temperatura média global, a alteração dos padrões de precipitação e o aumento dos acontecimentos meteorológicos extremos.



Estas alterações foram induzidas pelas ações do Homem desde a Revolução Industrial, principalmente pelo aumento da libertação dos gases de efeito de estufa que provocam o aumento de temperatura média global, o derretimento dos glaciares e o consequente aumento do nível médio do mar. Na figura 2.6 pode-se observar a tendência crescente da média global de emissões de gases de efeito de estufa desde 1850, sensivelmente na altura em que a pressão antrópica aumentou com a Revolução Industrial.

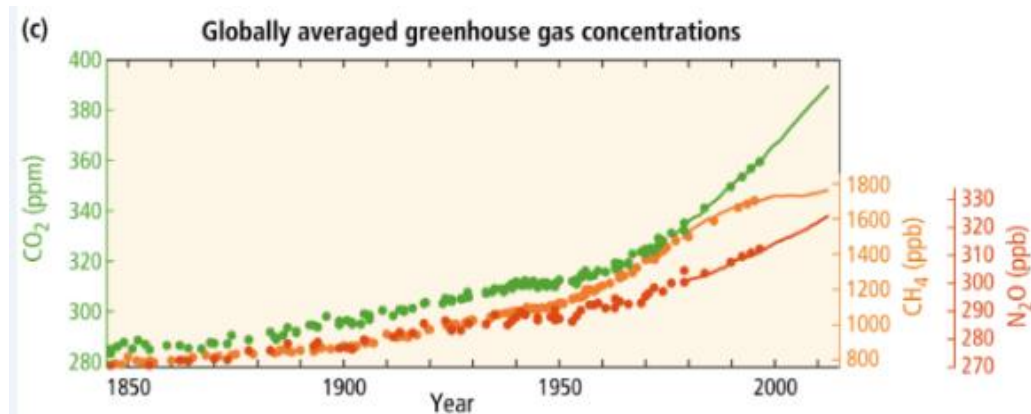


Figura 2.6 – Média global da concentração de emissões dos principais gases de efeito de estufa. (Fonte: IPCC, 2014)

Na figura 2.7 e na figura 2.8 pode-se observar o aumento do dióxido de carbono na atmosfera (um dos principais gases de efeito de estufa) desde 1960 até à atualidade, e verifica-se que a tendência é crescente.

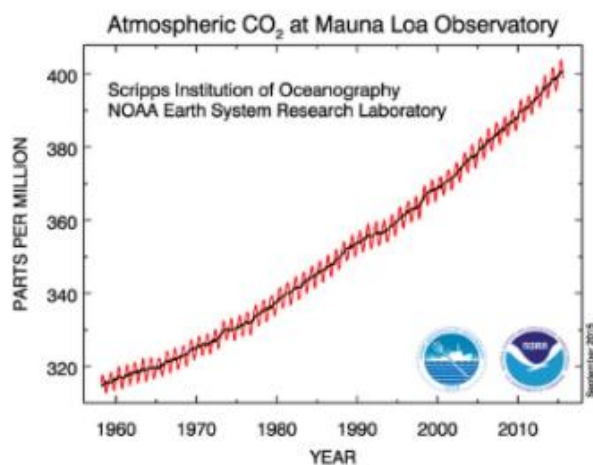


Figura 2.7 – Registos da média mensal da concentração de dióxido de carbono no Observatório Mauna Loa no Hawaii entre 1960 e 2010. (Fonte: NOAA, 2015)

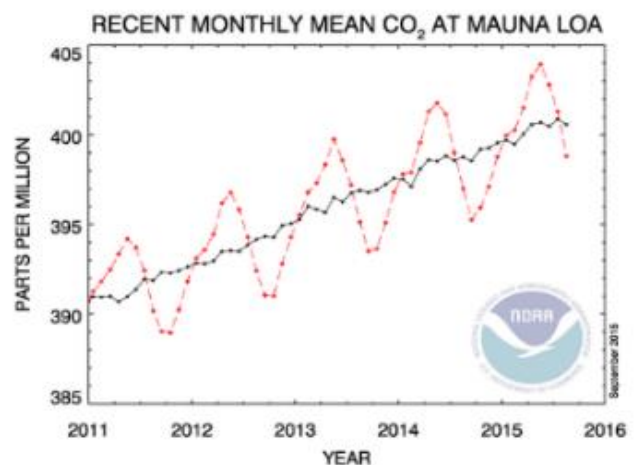


Figura 2.8 – Registos da média mensal de concentração de dióxido de carbono na atmosfera no Observatório Mauna Loa no Hawaii desde 2011. (Fonte: NOAA, 2015)

Na figura 2.9 pode-se concluir igualmente que a taxa de emissão de gases de efeito de estufa tem tendência crescente, pois entre 1970 e 2000 esta taxa foi de 1,3%, enquanto que entre 2000 e 2010 aumentou para 2,2%.

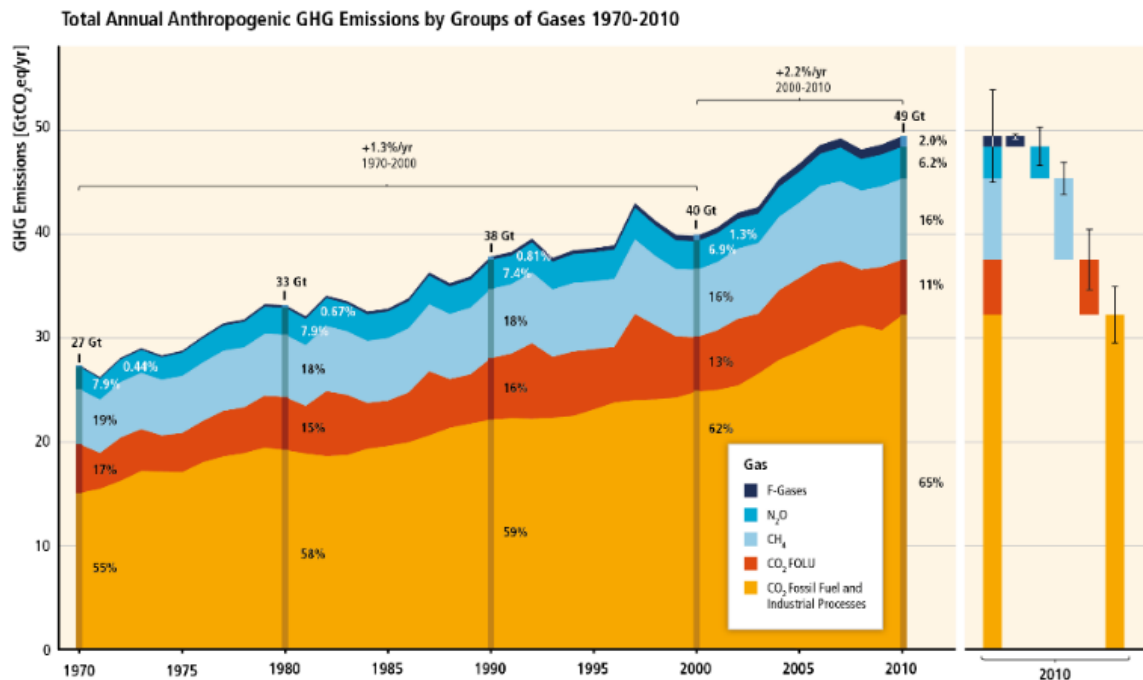


Figura 2.9 – Emissões totais anuais antropogénicas de gases de efeito de estufa entre 1979 e 2010. (Fonte: IPCC, 2014).

O aumento dos gases de efeito de estufa provocam o aumento da temperatura global e consequentemente o aumento do nível médio do mar. Na figura 2.10 pode-se observar o desvio da temperatura média global da combinação da superfície terrestre e marítima relativamente ao período

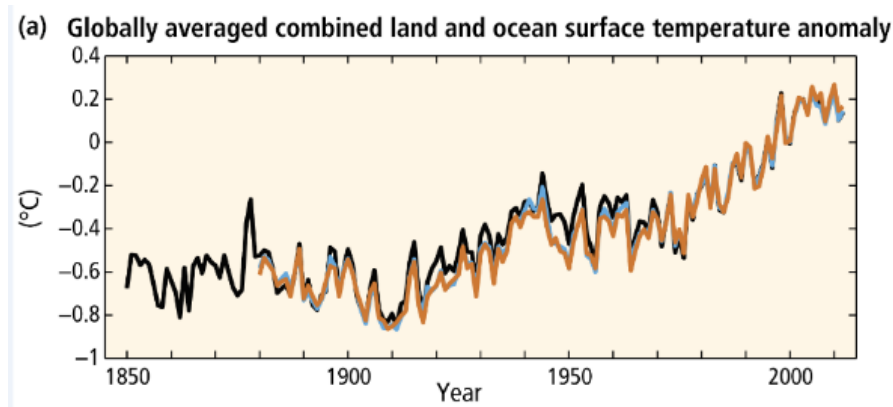


Figura 2.10 – Desvio da combinação da temperatura média global da superfície terrestre e marítima relativamente ao período entre 1885 e 2005. (Fonte: IPCC, 2014).

entre 1985 e 2005. Verifica-se que a tendência é de que a temperatura média global desta combinação será crescente, intensificada pelo aumento do efeito de estufa.

Na figura 2.11 pode-se observar esta evolução e verifica-se a tendência crescente. Esta subida resultante da expansão térmica da camada superficial dos oceanos e dos glaciares, resultantes do aumento de temperatura média global tem consequência, no presente e no futuro, para o litoral, particularmente problemas de erosão, recuo da linha de costa, galgamentos e inundações, aumentando os riscos para as populações costeiras.

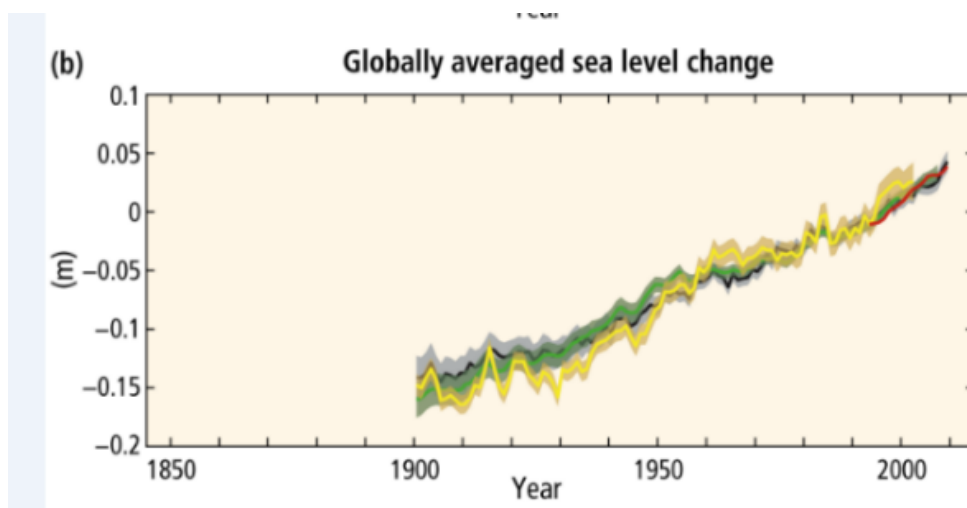


Figura 2.11 – Alteração global do nível médio do mar desde 1900. (Fonte: IPCC, 2014).

Os impactos das alterações climáticas para o litoral continental português são: o aumento da frequência, duração e intensidade de eventos extremos (temporais) (Santos & Miranda, 2006) que farão aumentar a erosão costeira, o recuo da linha de costa e o aumento do nível médio do mar, que irá também fazer recuar a linha de costa, o que poderá provocar a intrusão salina em terras de cultivo junto ao litoral e intensificação do assoreamento nos corpos estuarinos e lagunares (Dias J. A., 1993).

## 2.4 Cenários de subida do NMM e de recuo da linha de costa

A comunidade científica tem realizado vários cenários de alterações climáticas para melhor conhecimento deste fenómeno e para apoiar as tomadas de decisão. Para que a gestão de riscos seja eficiente é necessário conhecer a fundo estas previsões e cenários. Na tabela 2 pode-se observar um conjunto de cenários para a subida do nível médio do mar. Verifica-se que o melhor cenário é a de uma subida do nível médio do mar de 0,2m e o pior cenário é o de 5m.

As previsões para Portugal, segundo os modelos do *Hadley Centre for Climate Prediction and Research*, para o período entre 1980 e 2100 confere: aumento da temperatura média, aumento das amplitudes térmicas, aumento do gradiente térmico entre o oceano e continente; aumento do número de dias com ondas de calor (temperaturas superiores a 35°C); aumento das noites tropicais (temperaturas mínimas acima dos 20°C); o decréscimo acentuado de números de dias muito frios (temperatura mínima igual ou inferior a 0°C); redução da precipitação média e da duração das estações de chuvas, prevendo um aumento de precipitação no Inverno e um forte decréscimo nas restantes estações (PROCIV, 2010). O aumento da temperatura média irá aumentar o nível médio do mar, devido ao derretimento dos glaciares e da expansão térmica do oceano; o aumento do gradiente térmico entre

Tabela 2 – Projeções para 2100 da subida do nível médio do mar (Fonte: IPCC, 2007; Costa, 2013)

Autor	Melhor Cenário	Cenário Recomendado	Pior Cenário	Cenário Extremo ++
Hansen, 2007	-	-	2,0m	5,0m
Rahmstorf, 2007* (cenários IPCC, 2007)	0,5m	0,6m (B1) – 1,0m (A1)	1,4m	-
Pfeffer et al, 2008	0,8m	0,8 (por defeito)	-	2,0m
Vellinga et al, 2009	0,55m	-	1,15m	-
Grinsted et al, 2009 (cenário IPCC-A1b, 2007)	0,9m	-	1,3m	-
Nicholls et al, 2010 (cenário IPCC-A1b, 2007)	0,2m	0,5m – 1,0m	-	-
Filipe Duarte Santos, 2010 (para Cascais)	0,6m	-	1,0m	-
Rahmstorf, 2010 (Filipe Duarte Santos, 2011)	-	1,4m	-	-
Entidade / Documento	Melhor Cenário	Cenário Recomendado	Pior Cenário	Cenário Extremo ++
Delta, 2006 (Londres 2115, baseado no UKCIP02)	0,55m	1,13m	1,60m	-
Dutch Delta Commission, 2008	0,55m	0,85m	1,30m	-
Thames Estuary 2100 Plan, 2009	0,20m	-	0,90m	2,7m
U.S. Global Change Research Program, 2009	0,60m	0,90m – 1,20m	-	-
New York (NYCPCC), 2009*	0,30m	-	0,75m	1,08m
New York (NYCPCC), 2009 (para o horizonte 2080)	1,0m	-	1,4m	-
UK Climate Projections, 2009	0,12m	-	0,82m	0,93m – 1,90m
California Climate Action Team Report, 2009 (cenários IPCC, 2007)	0,6m – 1,0m (B2)	-	1,0m – 1,4m (A1f1)	-
California Climate Adaptation Strategy, 2009 (Knowles, 2008)	-	1,40m	-	-
Lincolnshire 2115, Atkins, 2010 (baseado UKCIP02)	0,55m	1,13m	1,60m	-
Climate Rotterdam 2100, 2010	-	0,65m	1,20m	-
North Carolina SLR Assessment Report, 2010	0,4m	1,0m	1,4m	-
Delta, 2010 (Londres 2095, baseado no UKCIP09)	0,37m	-	0,53m	0,93m – 1,90m
Filipe Duarte Santos, 2010 (Cascais)	0,6m	-	1,0m	-

o oceano e o continente irá provavelmente alterar o regime de ventos, aumentando a intensidade dos mesmos e provocar o aumento da magnitude das ondas sobre o litoral; a redução da precipitação média poderá diminuir a quantidade de sedimentos transportados para o mar via fluvial, no entanto poderá ser compensado pelo aumento de temporais; o decréscimo dos dias muito frios poderá diminuir o fenómeno de meteorização e consequentemente o de erosão.

## 2.5 O litoral continental português

O litoral português estende-se por cerca de 950 km, com uma geomorfologia diversificada de praias, arribas, zonas húmidas, estuários, ilhas barreira, zonas artificializadas, sendo que as praias e as arribas dominam o litoral, com cerca de 591 km e 348 km, respetivamente (Santos, Forbes, & Moita, 2002).

Para facilitar a compreensão de alguns conceitos e designações, nesta dissertação considerou-se os seguintes conceitos definidos no documento “Bases para a Estratégia de Gestão Integrada da Zona Costeira Nacional” de Gomes, *et al.*, (2006) e posteriormente definidos na Resolução do Conselho de Ministros n.º82/2009:

- “Litoral – termo geral que descreve porções do território que são influenciadas direta e indiretamente pela proximidade do mar;
- Zona costeira – porção de território influenciada direta e indiretamente em termos biofísicos pelo mar (ondas, marés, ventos, biota ou salinidade) e que pode ter para o lado de terra largura tipicamente de ordem quilométrica e se estende, do lado do mar, até ao limite da plataforma continental;

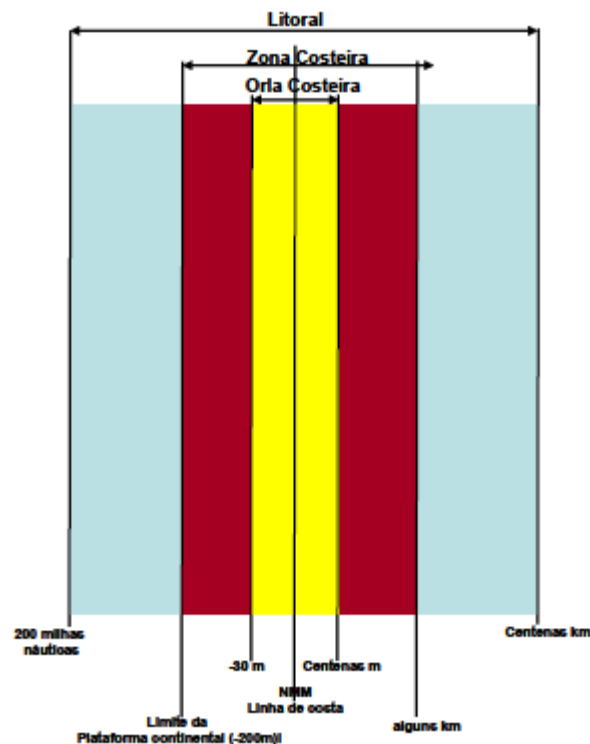


Figura 2.12 – Limites costeiros. (Fonte: Gomes, *et al.*, 2006)

- Orla costeira – porção do território onde o mar exerce diretamente a sua ação, coadjuvado pela ação eólica, e que tipicamente se estende para o lado de terra por centenas de metros e se estende, do lado do mar, até à batimétrica dos 30 m (englobando a profundidade de fecho);
- Linha de costa - fronteira entre a terra e o mar; materializada pela interceção do nível médio do mar com a zona terrestre”.

O litoral constitui um dos ambientes mais produtivos e com maior biodiversidade do país. É no litoral que se localizam as principais cidades, sendo a zona do país com maior densidade populacional, albergando cerca de 75 % da população portuguesa (Santos, Forbes, & Moita, 2002). As principais atividades económicas nestas zonas são o transporte marítimo, a atividade portuária, o turismo, as atividades balneares e de lazer, a náutica, as pescas, a aquacultura, a salicultura, os recursos minerais e energéticos, atividades muito importantes para o país contribuindo com cerca de 85 % do PIB nacional (Santos, Forbes, & Moita, 2002) e razão desta ser uma zona estratégica para o país.

O litoral e as zonas costeiras são espaços muito complexos e sensíveis que registam alterações muito significativas em escalas temporais relativamente curtas. Para além dos normais factores climáticos, concorre ainda para essas alterações a ação abrasiva do mar a que se associa a própria atuação do homem, seja com carácter mais local devido, por exemplo, à alteração no balanço sedimentar que aduz ao litoral, seja de carácter mais estrutural, como é a que decorrerá das previsíveis alterações climáticas. No seu conjunto todos estes factores introduzem grande imprevisibilidade sobre a evolução dos sistemas costeiros e, conseqüentemente, na compreensão dos riscos envolvidos e que constitui o tema central desta dissertação

### **2.5.1 Evolução histórica da linha da costa**

Para melhor entender os fenómenos complexos que estão na origem da evolução do litoral, assim como para prever a futura evolução do mesmo, é necessário conhecer o seu passado. Este passado conhece-se através de registos e observações científicas diretas, mas também por hipóteses produzidas pela análise de dados indiretos e aceites pela comunidade científica.

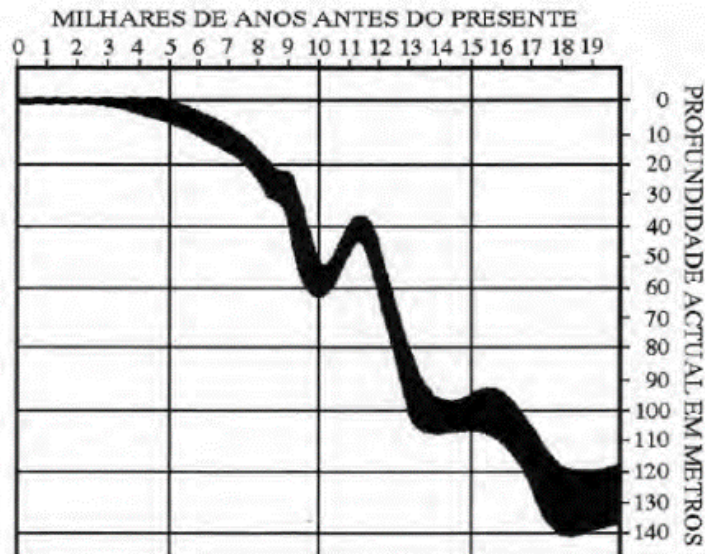


Figura 2.13 – Evolução do NMM, na plataforma continental portuguesa, nos últimos 18 000 anos (Dias A. , 2004).

No último máximo glaciário, há 18 000 anos, as calotes glaciárias estavam muito desenvolvidas cobrindo o norte da Europa e metade da América do Norte. Devido a esta acumulação o NMM estava muito abaixo do atual, localizando-se a cerca de 120 a 140 metros abaixo do NMM atual (figura 2.13) (Dias, 1985, 1987; Dias A. , 2004). Devido a este abaixamento do NMM, a linha da costa portuguesa encontrava-se próxima do bordo da plataforma continental, a dezenas de quilómetros da atual linha da costa (figura 2.14) (Dias A. , 2004), a cerca de 30 a 40 km ao largo do Porto (Dias, 1997; Araújo, 2002). Na faixa atlântica as temperaturas eram muito inferiores às atuais, passando icebergs em estado de fusão acelerada junto à costa (Guillien, 1962; Dias A. , 2004), chegando a atingir a costa marroquina (Kudrass, 1973; Dias A. , 2004). Em terra, a precipitação era mais abundante que na atualidade (Daveu, 1980; Dias A. , 2004).

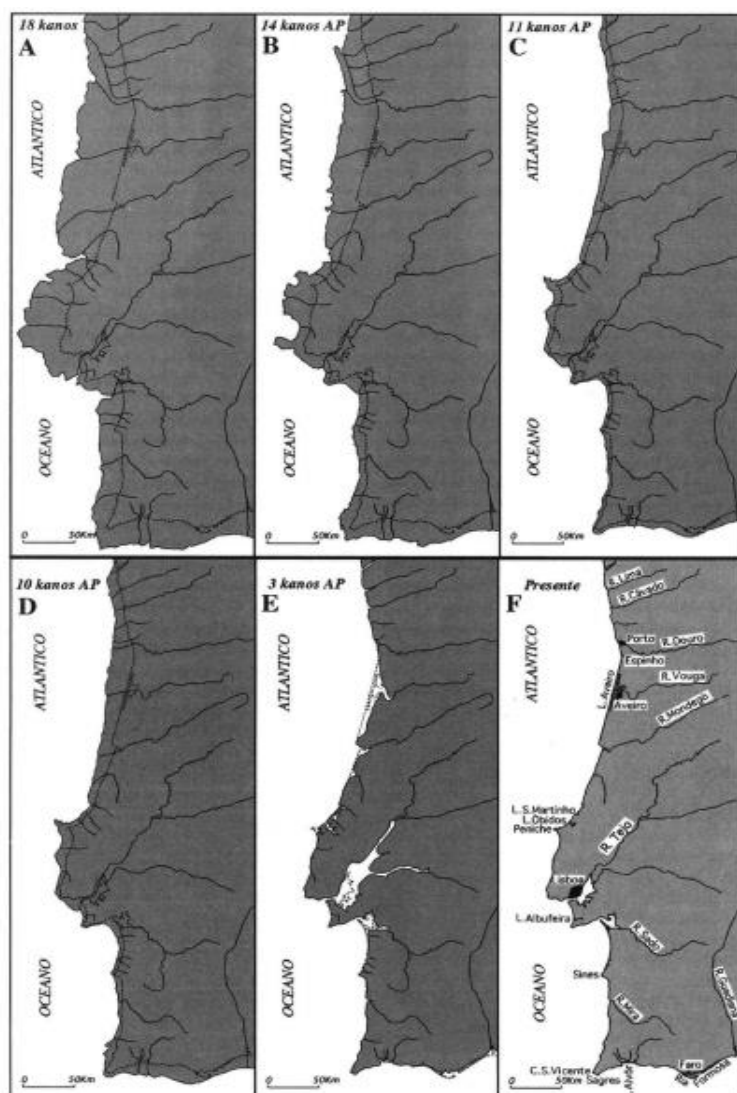


Figura 2.14 – Hipótese da linha de costa na plataforma continental portuguesa (Dias, 1997; (Araújo, 2002)).

Entre os 13 000 e 11 000 anos AP verificou-se uma rápida elevação do NMM, devido à fusão dos glaciares. Esta rápida evolução do NMM fez com que os estuários não conseguissem atingir o equilíbrio, funcionando principalmente como elementos de captura da deriva do litoral e não como fornecedores de sedimentos, tornando uma costa bastante rochosa (Dias A. , 2004). A partir dos 11 000 anos AP houve uma inversão climática muito rápida e o clima passou de interglacial quente para condições glaciais extremas. Nesta altura a frente polar chegou a atingir a latitude da Galiza (Ruddiman & McIntyre, 1981; Dias A., 2004). O NMM voltou a descer atingindo os 100 metros de profundidade e permitiu que os estuários voltassem a funcionar como agentes depositores de sedimentos no litoral e nos oceanos (Dias A. , 2004). Assim, as zonas costeiras começaram a ter características desérticas com elevado transporte



sedimentar, o que possibilitou a formação de grandes campos dunares (Pereira, 1985; 1992; Dias A., 2004).

O Período Holoceno iniciou-se há cerca de 10 000 anos com o fim da glaciação e a subida rápida do NMM. Esta nova subida do NMM fez com que a deposição no litoral diminuísse, ficando os sedimentos retidos nos vales estuarinos, tornando a costa rochosa. A subida do NMM foi atenuando até aos 3000 anos AP, onde se estabilizou. A partir desta data o padrão de circulação atmosférico não sofreu alterações significativas e a evolução do litoral passou a ser principalmente influenciada pelo fornecimento sedimentar.

A temperatura foi variando, mas com a tendência de subida até à última oscilação climática importante, denominada como “Pequena Idade do Gelo” que se iniciou no século XVI e terminou no final do século XIX (Tulot, 1986; Lopez-Vera, 1986; Dias J. M., 1990). Durante este período ocorreu intensa sedimentogénese e o litoral apresentou um comportamento regressivo bem marcado, i.e. a linha da costa deslocou-se em direção ao oceano (Dias J. M., 1990), pois as temperaturas eram inferiores, a precipitação aumentou, assim como a velocidade do vento, aumentando os fenómenos de meteorização, erosão e transporte sedimentar. Devido a este elevado transporte sedimentar, é neste período que se verificou o fecho de quase todos os corpos lagunares costeiros portugueses, tais como a laguna de Aveiro (Martins, 1947; Girão, 1951; Abecassis, 1955; Dias J. M., 1990).

A partir do final do século XIX há uma nova inversão climática e a temperatura começa a aumentar, assim como o NMM. Esta mudança climática e a subida do NMM foi auxiliada e reforçada pelas atividades antropogénicas que ganharam importância a partir da Revolução Industrial. No final do século XIX, a evolução do litoral já não depende principalmente das ações naturais, uma vez que as ações antropogénicas ganham importância no contexto da evolução da linha de costa e, portanto, da erosão costeira e subida do NMM. Assim, o litoral passa a ter tendência regressiva, i.e. a linha de costa dirige-se para o interior do continente (GTL, 2014).

### **2.5.2 Agitação marítima**

A agitação marítima na costa ocidental continental portuguesa, compreendida entre a foz do rio Minho e o cabo de São Vicente, tem características muito diferentes da costa sul compreendida entre o cabo de Sagres e a foz do rio Guadiana, sendo que o litoral ocidente é mais energético que o litoral sul.

O litoral ocidente é sujeito a ondulação formada no Atlântico Norte, longe da costa, sendo que a agitação marítima é mais intensa do que quando a ondulação é formada por ventos locais. A altura das

ondas é superior a 1 m durante 95% do ano e superior a 4 m em 5% do ano (Instituto de Meteorologia, 2004).

No trabalho de Mota & Pinto (2012) avaliou-se a disponibilidade energética das ondas ao longo da costa oeste portuguesa, comparando-se a energia disponível em 6 secções paralelas à costa com a energia disponível em 6 secções paralelas à direção média das ondas de norte a sul de Portugal (figura 2.15). Nesse trabalho foi utilizado o modelo de agitação marítima WW3 (Wave Watch3) para simular as condições de agitação para o período de 1995 a 2010. Os resultados evidenciaram que a costa a norte do cabo da Roca é mais energética do que a costa a sul do mesmo e que a altura média significativa é aproximadamente 2m na costa oeste portuguesa (tabela 3).

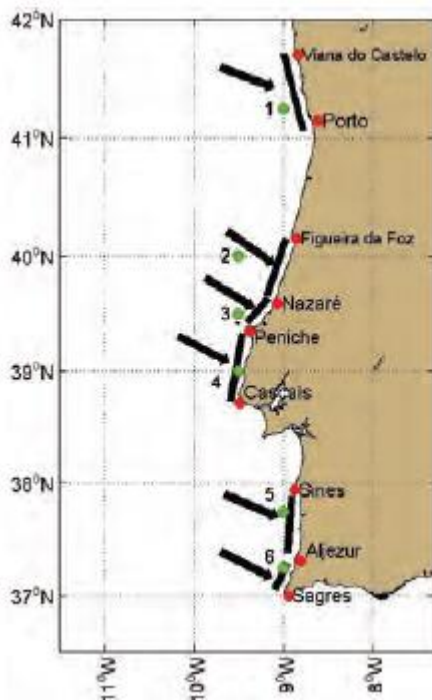


Tabela 3 – Média anual e desvio padrão de altura significativa, período energético, direção de pico e potência da onda em cada ponto (Mota & Pinto, 2012).

Ponto	Hs (m)	Te (s)	PDir (°)	P (kW/m)
1	$1,85 \pm 1,12$	$8,67 \pm 2,01$	$195 \pm 25,2$	$123,05 \pm 37,13$
2	$2,04 \pm 1,16$	$8,67 \pm 2,09$	$306 \pm 23,4$	$527,36 \pm 43,30$
3	$1,98 \pm 1,13$	$8,67 \pm 2,10$	$305 \pm 25,7$	$925,89 \pm 41,04$
4	$1,85 \pm 1,01$	$8,47 \pm 2,05$	$302 \pm 25,4$	$921,28 \pm 32,35$
5	$1,44 \pm 0,87$	$8,21 \pm 2,17$	$198 \pm 23,1$	$513,29 \pm 23,24$
6	$1,58 \pm 0,91$	$8,32 \pm 2,16$	$302 \pm 23,0$	$115,88 \pm 26,54$

Figura 2.15 – Secções e pontos estudados ao longo da costa oeste portuguesa. As setas representam a direção de pico média anual (Mota & Pinto, 2012)

As condições de agitação marítima características da costa ocidental são o *Mar de Noroeste*, *Mar de Sudoeste*, *Temporal de Oeste*, *Mar de Fora* e *Mar Banzeiro*. O *Mar de Noroeste* é o mais frequente na costa ocidental ocorrendo em cerca de 80% do ano, sendo mais intenso a norte do Cabo Raso e menos intenso a sul do Cabo Espichel. Os temporais com características *Temporal de Oeste* ocorrem normalmente durante um período de 8 dias na estação de Inverno, gerando agitação marítima que geralmente atinge 8 m na parte norte deste litoral e cerca de 7m a sul (Instituto de Meteorologia, 2004).

O litoral sul é abrigado da agitação marítima dominante na costa ocidental, sofrendo por isso menos consequências das ações do mar. A altura das ondas é inferior a 1m durante cerca de 62% do ano e o valor máximo anual da altura das ondas é em média cerca de 4m (Instituto de Meteorologia, 2004).

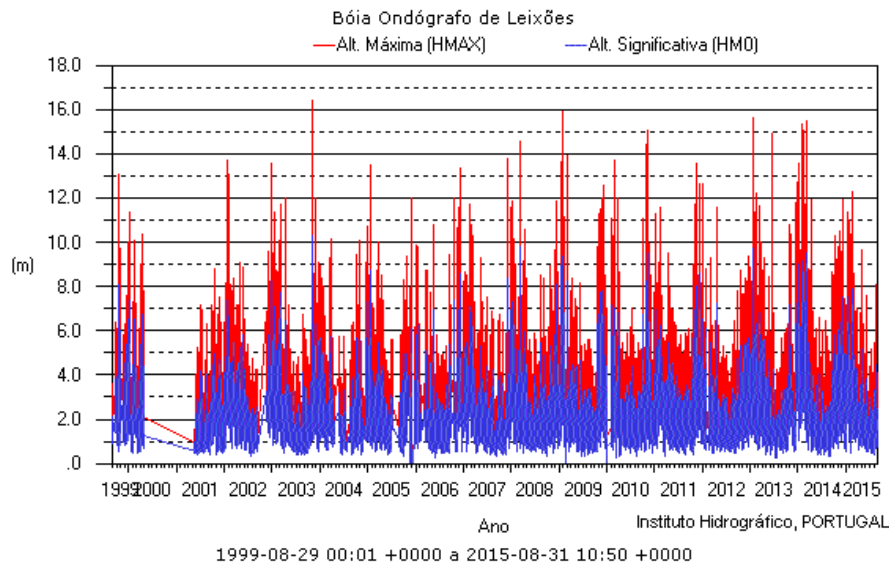


Figura 2.16 – Registos das alturas máximas e alturas médias significativas do Ondógrafo de Leixões entre 1999 e 2015.

Fazendo uma análise comparativa rápida, simples e visual dos registos das boias ondógrafos de Leixões (figura 2.16), Sines (figura 2.17) e Faro (figura 2.18) observa-se que embora a bóia de Sines tenha reportado as ondas com maior altura máxima (cerca de 17,5m), é a bóia de Leixões que reporta com mais frequência ondas com alturas máximas superiores a 14m. A bóia de Faro representa uma costa com agitação marítima mais suave, sendo que apenas duas vezes a altura máxima de onda ultrapassou os 10m de altura e a altura média significativa é menor do que em Leixões e Sines.

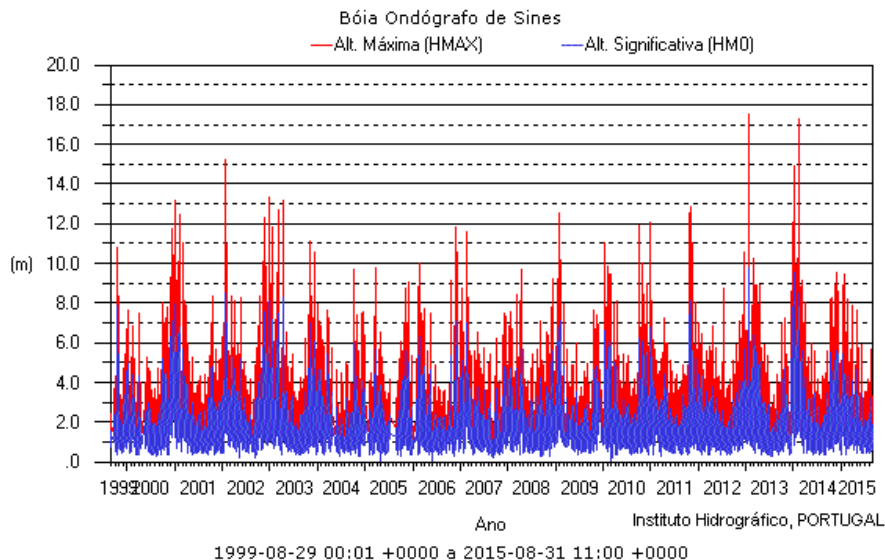


Figura 2.17 -- Registos das alturas máximas e alturas médias significativas do Ondógrafo de Sines entre 1999 e 2015.

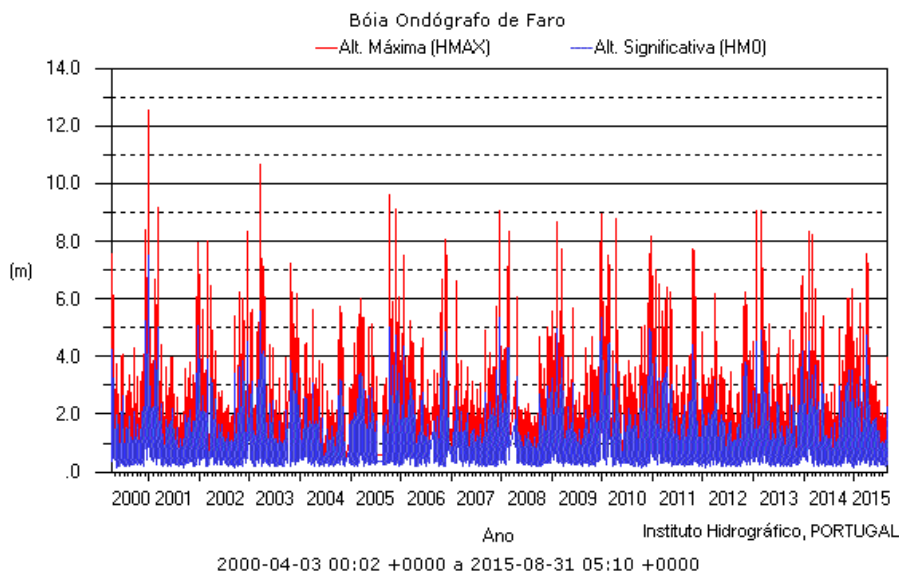


Figura 2.18 - Registos das alturas máximas e alturas médias significativas do Ondógrafo de Faro entre 1999 e 2015.

A agitação marítima toma proporções diferentes consoante o local do litoral, mas através da bibliografia pesquisada e da análise visual de registos de ondógrafos, pode-se colocar por ordem decrescente de intensidade e frequência de agitação marítima a costa norte de Portugal, seguida pela costa sudoeste, principalmente a sul do cabo Espichel, e em último, a costa sul.

### 2.5.3 Células sedimentares

De acordo com as características geomorfológicas e dinâmica sedimentar, o litoral continental português foi dividido em 8 células sedimentares e respectivas subcélulas no relatório do GTL, (2014), conforme se pode observar na figura 2.19 e a localização das células sedimentares na tabela 4. As células foram divididas em subcélulas para diferenciar zonas onde ocorressem descontinuidades na magnitude e direção do transporte sedimentar. Nesse relatório do GTL, quantificou-se o balanço sedimentar através da inventariação e caracterização dos processos de fornecimento e distribuição sedimentar naturais (caudal sólido, acreção/erosão costeira e deriva litoral) e de natureza antrópica (dragagens, extrações, alimentações de praias e retenção em albufeiras de barragens).

Tabela 4 – Localização das células e subcélulas sedimentares.

Células e subcélulas sedimentares	Localização
subcélula sedimentar 1a	foz do rio Minho – foz do rio Douro
subcélula sedimentar 1b	foz do rio Douro – cabo Mondego
subcélula sedimentar 1c	cabo Mondego – Nazaré
célula sedimentar 2	Nazaré – Peniche
célula sedimentar 3	Peniche – Cabo raso
célula sedimentar 4	Cabo Raso – Cabo Espichel
célula sedimentar 5	Cabo Espichel – Sines
célula sedimentar 6	Sines – Cabo São Vicente
célula sedimentar 7	Cabo São Vicente – Olhos de Água
célula sedimentar 8	Olhos de água – foz do rio Guadiana

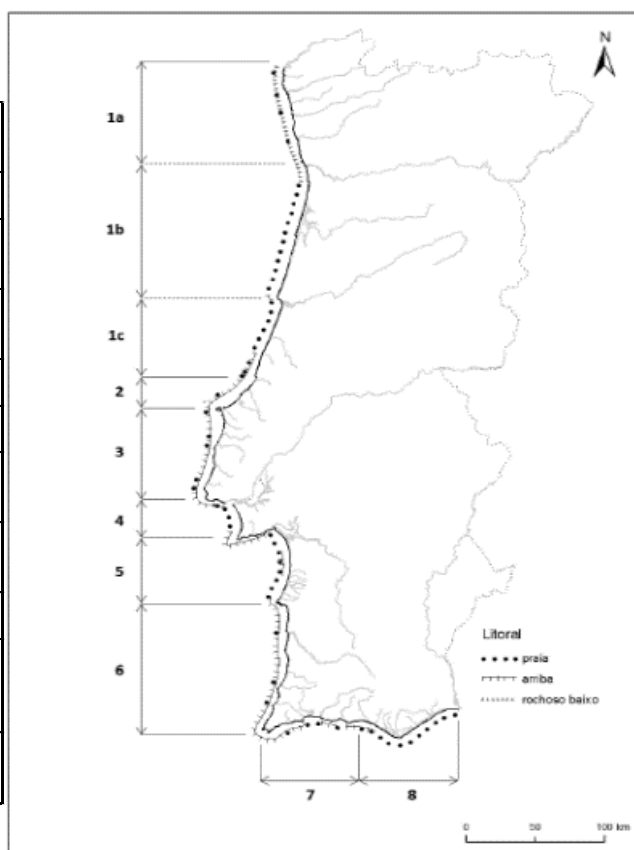


Figura 2.19 - Geomorfologia simplificada do litoral português e divisão em células sedimentares. (Fonte: GTL, 2014)

## 2.5.4 Geologia e geomorfologia

A geomorfologia de Portugal Continental é marcada por três conjuntos morfoestruturais principais: o Maciço Antigo (também designado por Maciço Hibernico ou Maciço Hespérico), a Orla Mesocenoica Ocidental e Meridional e a Bacia Cenozóica do Tejo-Sado (Brilha, 2005) (figura 2.20).

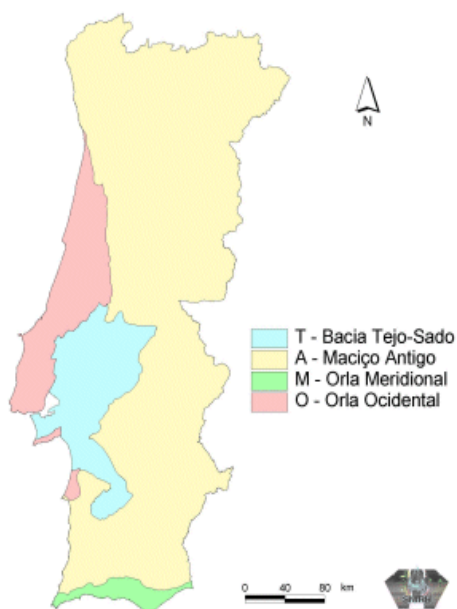


Figura 2.20 – Unidades morfoestruturais ou morfotectónicas de Portugal Continental (Fonte: <http://snirh.apambiente.pt/>)



Figura 2.21 - Versão simplificada da Carta Geológica de Portugal (Fonte: ex Instituto Geológico e Mineiro, actual INETI)

No norte de Portugal os relevos são mais acidentados e as rochas predominantes são as rochas graníticas e metamórficas, com razoáveis índices de resistência à meteorização e erosão (Brilha, 2005). O Maciço Antigo compreende as rochas mais antigas que afloram em Portugal Continental, com idades superiores a 1000 milhões de anos, integrando rochas metamórficas e rochas magmáticas (Brilha, 2005). As Orlas Mesocenoicas compreendem as rochas formadas nos últimos 245 milhões de anos. A rocha predominante nesta zona são as rochas sedimentares e sedimentos não consolidados. A bacia Cenozóica do Tejo-Sado formou-se nos últimos 65 milhões de anos, predominando os sedimentos consolidados e não consolidados, transportados e acumulados pelos respetivos rios durante esse intervalo de tempo (Brilha, 2005). Na figura 2.21 pode-se observar a versão simplificada da Carta Geológica de Portugal.

A forma do litoral continental português manifesta-se de variadas formas, que vão desde o litoral baixo arenoso ou planície litorais a arribas, aluviões, entre outras. A caracterização geomorfológica das células sedimentares de Portugal continental de GTL, (2014) é a seguinte:

- *Subcélula sedimentar 1 a* (Minho – Douro) – Corresponde a uma costa rochosa baixa, com praias por vezes extensas de areia e cascalho, que surgem na dependência da foz das linhas de água que drenam nesse litoral. A orientação deste troço é NNW-SSE.
- *Subcélula sedimentar 1b* (Douro – cabo do Mondego) – Pode ser dividida em três troços: um troço norte entre Douro e Espinho, com características geomorfológicas idênticas à *subcélula 1 a*; um troço central mais extenso de costa arenosa baixa que é interrompido pela barra de Aveiro; e num troço em arriba com praia encaixada que se desenvolve para sul de Quiaios e termina no cabo do Mondego. A ria de Aveiro situa-se entre o Furadouro e o Areão e é separada do mar por um cordão dunar litoral estreito (poucas centenas de metros).
- *Subcélula sedimentar 1c* (Mondego – Nazaré) – A sul do cabo do Mondego a costa é talhada em arriba rochosa, com plataforma de abrasão, passando progressivamente a uma costa baixa arenosa que se estende até São Pedro de Moel. A sul de São Pedro de Moel a costa desenvolve-se em praias estreitas encaixadas em arribas até Nazaré. A orientação deste troço é NNE-SSW.
- *Célula sedimentar 2* (Nazaré – Peniche) – Entre a Nazaré e a lagoa de Óbidos, o litoral desenvolve-se por arribas marginadas por plataformas rochosas. Entre a Lagoa de Óbidos e Peniche o litoral resulta em praias estreitas. Entre Nazaré e Peniche a orientação do litoral é NE-SW, sensivelmente perpendicular à direção da propagação média das ondas.
- *Célula sedimentar 3* (Peniche – Cabo Raso) – tem a forma de arriba com praias arenosas encaixadas e orientação N-S.
- *Célula sedimentar 4* – (Cabo Raso – Espichel) – Entre o Cabo Raso e Carcavelos o litoral é formado por arribas com praias encaixadas de pequena dimensão. O litoral a sul do Tejo forma uma costa arenosa e contínua até à praia das Bicas, em Sesimbra. A sul desta praia o litoral passa a arriba viva de rochas carbonatadas, interrompido por pequenas praias de areia e cascalho encaixadas até ao cabo Espichel.

- *Célula sedimentar 5* (Espichel – Sines) – O litoral entre o cabo Espichel e a foz do rio Sado é um litoral formado por arribas altas com pequenas praias encaixadas. Entre a foz do rio Sado e Sines, o litoral é baixo arenoso e contínuo
- *Célula sedimentar 6* (Sines – Cabo São Vicente) – Litoral em forma de arriba alta, talhada de rochas paleozoicas e mesozoicas resistentes. Nas áreas adjacentes à foz das principais linhas de água ou em depressões nas arribas surgem praias de tamanho reduzido de areia e cascalho.
- *Célula sedimentar 7* (Cabo S.Vicente – Olhos de Água) – A geomorfologia deste litoral apresenta diversas formas, que vão desde arribas de rochas carbonatadas, a praias contidas entre as arribas ou na dependência das fozes das principais linhas de água. Entre Lagos e Olhos de Água é frequente a presença de leixões, arcos e algares
- *Célula sedimentar 8* (Olhos de Água – Guadiana) – Entre Olhos de Água e Garrão o litoral corresponde a praias encaixadas em arribas de formações detríticas cenozoicas, a sul de Garrão localiza-se o sistema de ilhas-barreira da ria Formosa e da Manta Rota ao Guadiana o litoral é baixo arenoso



### 2.5.5 Erosão/acreção no litoral continental

O fenómeno da erosão costeira é responsável, juntamente com o défice sedimentar pelo recuo da orla costeira. Como já foi referido no capítulo 2, o balanço sedimentar é definido pela quantificação de entradas (fontes) e saídas (sumidouros) de sedimentos no sistema ou numa célula sedimentar. Se o fornecimento de sedimentos é superior aos sedimentos retirados, então a tendência da linha de costa é de acreção e o balanço sedimentar é positivo, mas se o balanço sedimentar for negativo, então a linha de costa tende a recuar. O fornecimento de sedimentos que alimentam as praias podem ser provenientes das bacias hidrográficas, da erosão das margens ou através da alimentação artificial que será referida no capítulo 2.7.1.4. Na figura 2.22 pode-se observar as taxas de erosão e acreção no litoral continental entre 1958 e 2014.

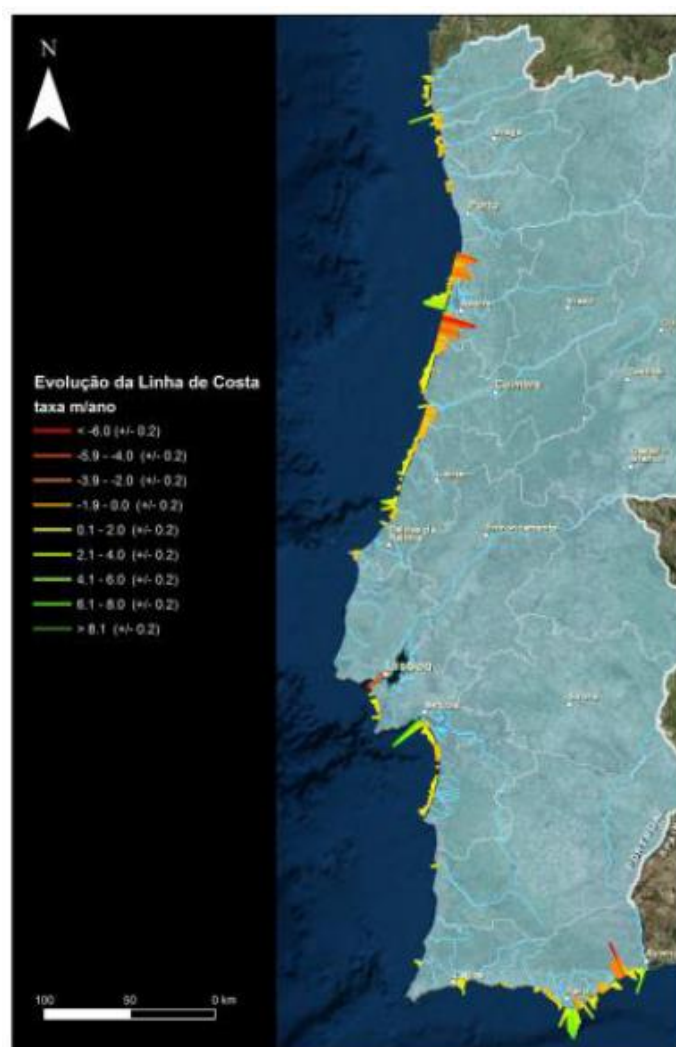


Figura 2.22 – Taxas de erosão e acreção no litoral continental entre 1958 e 2014. (Fonte: Santos, Lopes, Moniz, Ramos, & Taborda, 2014 em Lira, 2014)

A seguir caracterizar-se-á as células sedimentares quanto ao balanço sedimentar na atualidade:

- *Subcélula sedimentar 1 a* (Minho – Douro) – Este troço tem sofrido de redução no fornecimento sedimentar via fluvial e consequentemente de recuo da linha de costa em praias arenosas. O troço entre Cávado e Ofir são exemplo disso, pois entre 1923 a 1950 tiveram um recuo de 0,2m/ano e entre 1950 e 1980 aumentaram este recuo para 1 m/ano (Veloso Gomes *et al.*, 2006; Santos, Lopes, Moniz, Ramos, & Taborda, 2014). De referir que o défice sedimentar tem substituído praias arenosas por praias de cascalho (Granja & Loureiro, 2007; GTL, 2014) e que este défice é causado principalmente pelas barragens e dragagens realizadas no domínio hídrico (Veloso-Gomes, 2010; GTL, 2014). Devido a este défice sedimentar, os estuários tornaram-se sumidouros sedimentares. O balanço sedimentar desta célula sedimentar é de  $-1,0 \times 10^6 \text{ m}^3 \cdot \text{ano}^{-1}$  (GTL, 2014).
- *Subcélula sedimentar 1b* (Douro – cabo do Mondego) – Este troço tem um défice sedimentar extremamente elevado devido à redução da entrada de sedimentos provenientes da *subcélula 1 a* e devido à redução do caudal sólido do rio Douro. Ocorre forte erosão a sul de Espinho, sendo que entre Maceda e o Torrão do Lameiro a erosão atinge taxas médias de 3m/ano entre 1958 e 2010 (GTL, 2014). A sul da Torreira os sumidouros são a praia de S. Jacinto devido ao molhe norte do porto de Aveiro, a barra e porto de Aveiro e o delta vazante do rio Vouga. A sul da praia de Mira o sistema encontra-se em equilíbrio dinâmico, sendo que a deriva real é igual à deriva potencial (GTL, 2014).
- *Subcélula sedimentar 1c* (Mondego – Nazaré) – Nesta célula, os sedimentos transpõem o cabo Mondego e são transportados para o sul ao longo da praia de Buarcos até à Figueira da Foz, onde são retidos pelo molhe norte da barra de Mondego, originando a acreção e consequente aumento desta praia. No entanto, esta barra provoca erosão intensa a sul desta barra, principalmente na Cova Gala, Lavos e Leirosa. O enorme volume sedimentar que é transportado nesta subcélula sedimentar é depois capturado pelo canhão da Nazaré (GTL, 2014)
- *Célula sedimentar 2* (Nazaré – Peniche) – A deriva litoral nesta célula é aproximadamente nula devido à orientação da linha de costa perpendicular à direção da propagação média das ondas, no entanto como a direção das ondas apresenta grande variabilidade, a deriva litoral com direção NE e SW apresentam geralmente elevada

magnitude. O fornecimento sedimentar é pouco significativo ( $10^4\text{m}^3.\text{ano}^{-1}$ ), proveniente principalmente das arribas e do caudal sólido fluvial (Lira *et al.*, 2013; GTL, 2014). Os principais sumidouros são a Lagoa de Óbidos e o sistema dunar de Peniche.

- *Célula sedimentar 3* (Peniche – Cabo Raso) – Esta célula sedimentar é deficitária em sedimento, sendo que a deriva potencial de  $10^6\text{m}^3.\text{ano}^{-1}$  é muito superior à deriva real de  $10^4\text{m}^3.\text{ano}^{-1}$ . As fontes sedimentares são essencialmente as linhas de água, pois as arribas são de natureza carbonatada tendo uma taxa de erosão reduzida. O principal sumidouro é o sistema dunar do Guincho, com uma magnitude idêntica à da deriva litoral, sendo por isso uma fronteira fechada. Esta célula tem pouca influência antrópica (GTL, 2014).
- *Célula sedimentar 4* – (Cabo Raso – Espichel) – Na situação de referência, sem a influência antrópica, esta célula sedimentar estaria em acreção. No entanto, o fornecimento sedimentar diminuiu, com a inativação do corredor eólico do Guincho, que antigamente estaria ativo e alimentava esta célula sedimentar de sedimentos, e as dragagens efetuadas no banco do Bugio e no canal da Barra aumentaram significativamente o défice sedimentar alterando a situação de acreção para uma situação de litoral em erosão, principalmente nas praias adjacentes à Costa da Caparica (GTL, 2014).
- *Célula sedimentar 5* (Espichel – Sines) – O fornecimento sedimentar nesta célula é efetuado quase na totalidade pela erosão das arribas da costa da Galé (entre a praia do Carvalhal e a lagoa de Melides), pois o rio Sado e a costa a ocidente do mesmo (arribas carbonatadas) têm uma contribuição reduzida. A deriva litoral é efetuada de sul para norte, ao longo do arco litoral, provocando a acreção na península de Troia. A acreção foi reduzida com as dragagens efetuadas no porto de Setúbal. A sul da lagoa de Melides a deriva litoral tem resultante quase nula (Luz *et al.*, 2004; GTL, 2014) e considera-se que o cabo de Sines representa uma barreira fechada ao transporte sedimentar (GTL, 2014).
- *Célula sedimentar 6* (Sines – Cabo São Vicente) – O fornecimento sedimentar desta célula é efetuado principalmente pela erosão das formações detríticas (Romariz & Galopim de Carvalho, 1973; GTL, 2014) e pelo rio Mira. Os principais sumidouros são os sistemas dunares que se desenvolvem na foz das principais linhas de água, tais como Bordeira, Aljezur, Odeceixe e Vila Nova de Mil Fontes. Modificações na hidrodinâmica do

estuário do rio Mira provocaram fenómenos de erosão localizados (praia de Franquia) (GTL, 2014).

- *Célula sedimentar 7* (Cabo S.Vicente – Olhos de Água) – Esta célula sedimentar tem reduzido fornecimento sedimentar. Este fornecimento é efetuado principalmente pela rede de drenagem e pela erosão do litoral. A erosão do litoral tem uma contribuição reduzida devido à reduzida compatibilidade entre a litologia das arribas erodidas e as areias de praia. A deriva litoral é dirigida de W para E (GTL, 2014)
- *Célula sedimentar 8* (Olhos de Água – Guadiana) – Esta célula sedimentar sofre de erosão principalmente entre Forte Novo e Garrão (a oriente de Quarteira) com taxa de recuo médio de 0,20-0,80m/ano (GTL, 2014) devido às construções de estruturas portuárias, esporões e enrocamentos realizadas em Vilamoura e Quarteira. A célula sedimentar encontra-se em equilíbrio dinâmico devido à alimentação artificial de sedimentos fornecida, suficiente para saturar a deriva litoral. O principal sumidouro desta célula é o sistema de ilhas barreira da ria Formosa e a planície costeira da Manta Rota – Vila Real de Santo António (GTL, 2014).

### **2.5.6 População e bens materiais**

Antes do século XX a ocupação humana no litoral era principalmente nas zonas de estuário e zonas lagunares, devido aos amplos recursos aí existentes. No restante litoral a ocupação humana era escassa, pois eram ambientes agrestes, muito ventosos, com elevadas amplitudes térmicas, com poucos recursos, zonas difíceis para a prática da agricultura e bastantes vulneráveis a riscos naturais. Além destes perigos naturais, existia também o perigo de conflitos armados, uma vez que o litoral, principalmente as zonas baixas arenosas, são vulneráveis a estes tipos de ataques, sendo por isso muito difícil a colonização do litoral (Dias J. M., 2005).

As primeiras estâncias balneares, no final do século XIX, eram frequentadas pelos estratos sociais mais elevados. Esta utilização tinha a saúde como principal objetivo, sendo que os utilizadores utilizavam a praia, nomeadamente os banhos, para terapia (Ortigão, 1876; Dias J. M., 2005). É a partir desta utilização que se começa a construir infraestruturas no litoral, como é o caso de hotéis, clubes, casinos e acessos. Estas construções e desenvolvimento no litoral português foi crescendo exponencialmente até ao presente.

Na década de 40, após a 2ª Guerra Mundial, o turismo balnear já se virava além-fronteiras, tentando atrair o turismo estrangeiro. As zonas costeiras já não eram utilizadas apenas para a saúde, mas utilizadas para a beleza, com a preocupação do bronze. Até aqui, o paradigma da beleza era a pele com tom pálido. No entanto, este paradigma foi alterado exatamente para o inverso, sendo que o bronze passou a ser apreciado em termos estéticos e passou a ser um sinal de boa saúde (Dias J. M., 2005).

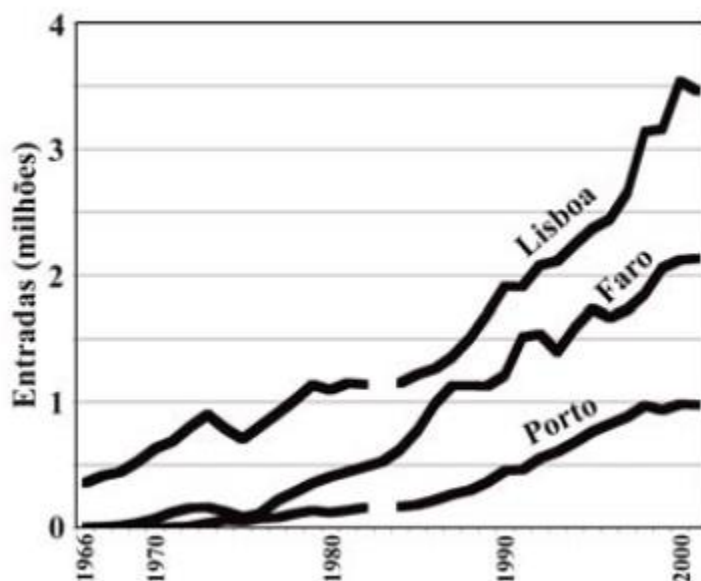


Figura 2.23 – Entradas de estrangeiros nos aeroportos de Lisboa, Faro e Porto, entre 1966 e 2001 (segundo dados disponibilizados pela A.N.A) (Dias J. M., 2005).

A melhoria dos acessos, da rede viária, a crescente utilização do transporte aéreo, o aumento do poder de compra e o alargamento do tempo de férias, fez aumentar imenso o turismo e a procura do litoral para segundas habitações. Na figura 2.23 pode-se observar o aumento de entradas de estrangeiros nos aeroportos de Lisboa, Faro e Porto desde 1966 a 2001. Com a pressão turística a aumentar, a pressão imobiliária aumentou igualmente, sendo que os litorais arenosos começaram a ser ocupados por empreendimentos turísticos e as pequenas povoações substituídas por grandes cidades.

Atualmente as zonas costeiras são muito importantes em termos económicos, ambientais, sociais, culturais e recreativos, sendo que cerca de  $\frac{3}{4}$  da população se concentra nesta zona contribuindo com 85% do PIB nacional (APA, 2012). Segundo uma análise de convergência realizada por Silva & Ribeiro (2013) que estuda as assimetrias regionais em Portugal conclui que a proximidade do litoral tem

influência positiva no Indicador *per capita* de Poder de Compra e existem divergências acentuadas no desenvolvimento dos municípios portugueses, ocorrendo desnível entre os municípios do litoral e os do interior, sendo que os municípios do litoral estão mais desenvolvidos.

### **2.5.7 Evolução do litoral desde o século XX**

Até finais do século XIX, inícios de século XX, a evolução do litoral foi natural e forçada essencialmente por factores climáticos. As atividades humanas tinham pouco impacto sobre a variabilidade climática e a ocupação do litoral era reduzida. As atividades humanas com impacto sobre a erosão costeira eram as desflorestações e a agricultura cujo aumento do carreamento de sedimentos ao litoral gerou um balanço favorável ao recuo do mar. Na atualidade estas atividades têm um impacto inverso, pois inverteram o balanço sedimentar e são mais intensas e extensas, para além de existirem outras atividades com impactos superiores. Portanto, apesar das atividades humanas sempre terem tido interferência sobre o litoral, foram as forças climáticas e oceanográficas que influenciaram e desenharam o litoral.

Não obstante, a partir da Revolução Industrial e do crescimento demográfico exponencial, principalmente no litoral, os impactos sobre o litoral aumentaram, com o respetivo aumento da erosão costeira e da taxa de elevação do NMM. Todas as atividades que modifiquem o natural regime hídrico, como são a regularização das linhas de água, as grandes obras de proteção dos canais de navegação de acesso aos portos ou a extração de sedimentos nas bacias hidrográficas, vão ter consequências no balanço sedimentar com profundas implicações negativas nas zonas costeiras.

A evolução do NMM tem sido alvo de inúmeros estudos, baseados nos marégrafos do litoral continental português, nomeadamente o de Cascais que começou a ser utilizado em 1882 e baseados em satélites desde 1992 (GTL, 2014).

Um estudo de Dias & Taborda (1988) baseado nos dados do marégrafo de Lagos indica uma subida do NMM em Lagos de 1 a 2mm/ano entre 1908 e 1988. O mesmo estudo indica que em Cascais a subida do NMM foi de 1,1 a 1,5mm/ano entre 1882 e 1987. O estudo de (Antunes & Taborda, 2009) indica uma taxa de 1,9mm/ano entre 1920 e 2000. O estudo mais recente de (Antunes, 2014) refere uma taxa de 2,1mm/ano entre 1977 e 2000 e uma taxa de 4,1mm/ano entre 2000 e 2013 (figura 2.24), sendo que no ano 2000 o NMM estava 12cm acima do NMM em 1938, passando para os 17cm em 2013. Os estudos manifestam tendências de subida do NMM.

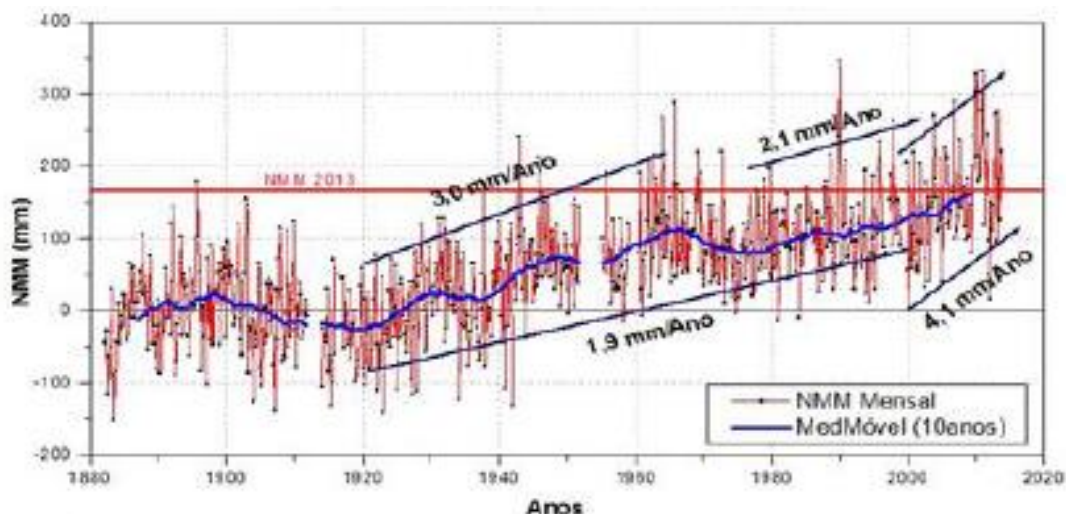


Figura 2.24 – Variação do NMM em Cascais, medições obtidas com o marégrafo de Cascais ( Fonte: Santos, Lopes, Moniz, Ramos, & Taborda, 2014 em Antunes, 2014)

## 2.6 Legislação fundamental

A zona costeira portuguesa é um local muito dinâmico, com especificidades muito próprias e diversas de grande importância para o país, pois geralmente são locais com suportes biofísicos de grande importância económica. Em Portugal a maior densidade populacional situa-se no litoral sendo que existem ocupações, usos e atividades muito importantes à escala local e nacional a desenvolverem-se nesta zona. Dada a importância estratégica da zona costeira em termos económicos, ambientais e sociais tornou-se imperativo a formulação de legislação para resolver conflitos existentes e conduzir a um desejável desenvolvimento sustentável suportado numa estratégia integrada de gestão costeira.

A legislação fundamental considerada na elaboração desta dissertação:

- Decreto-Lei n.º 468/71, de 5 de Novembro, revisto pela Lei 16/2003 – Regime Jurídico do Domínio Público Marítimo que estabelece os princípios a que devem obedecer a ocupação e o uso da faixa costeira, revê, atualiza e unifica o regime jurídico dos terrenos do domínio público hídrico de modo a facilitar o seu aproveitamento socioeconómico, embora já revogado, mas importante por ter sido um importante marco para a gestão costeira designadamente por ter sido pioneiro nas restrições de utilidade pública ao ter instituído as zonas adjacentes devido ao avanço das águas e em reposta às cheias no Tejo da década de 60.

- Decreto-Lei n.º 201/92 – Definição de competências na faixa costeira, entre a Direcção-Geral de Portos, as administrações portuárias e as juntas autónomas em relação à Direcção-Geral dos Recursos Hídricos e que transfere as competências do litoral, salvo áreas portuárias, para serviços integrados o Ministério do Ambiente.
- Decreto-Lei n.º 351/93 – Definição das regras aplicáveis às licenças de loteamento, obras de urbanização e de construção aprovadas antes de um plano regional de ordenamento do território.
- Despacho Conjunto presente no Diário da República - II Série nº141 de 21-6-1995: Estabelece as regras técnicas de avaliação e gestão do material dragado e de elaboração e execução de programas de monitorização dos locais de deposição dos dragados.
- Recomendação do Parlamento Europeu e do Conselho de 30 de Maio de 2002 relativa à execução da gestão integrada da zona costeira na Europa (2002/423/CE): Define os princípios gerais e as opções para uma Estratégia de Gestão Integrada de Zonas Costeiras na Europa.
- Lei 54/2005, Lei da Titularidade dos Recursos Hídricos: Estabelece a titularidade dos recursos hídricos.
- Lei n.º 58/2005: aprova a Lei da água e estabelece as bases e o quadro institucional para a gestão sustentável das águas tal como preconizado pela Diretiva Água e, juntamente com a Lei 54/2005, substitui O Decreto-Lei n.º 468/71.
- Diretiva 2007/2/CE: tem o objetivo de fixar regras gerais para o estabelecimento da infraestrutura de informação geográfica na Comunidade Europeia (Inspire), para efeitos das políticas ambientais comunitárias e das políticas ou atividades suscetíveis de ter impacto ambiental.
- Resolução do Conselho de Ministros n.º 82/2009: aprova a Estratégia Nacional para a Gestão Integrada da Zona Costeira.
- Lei n.º 19/2014: define as bases da política de ambiente.
- Despacho n.º 6574/2014: determinação da criação de um Grupo de Trabalho do Litoral com o objetivo de se desenvolver uma reflexão aprofundada das zonas costeiras, que



conduzam à definição de medidas que permitam no médio prazo alterar a exposição ao risco, incluindo o desenvolvimento sustentável em cenários de alterações climáticas.

- Lei n.º 31/2014 – Lei de bases gerais da política pública de solos de ordenamento do território e de urbanismo: é determinado diversos fins de política pública de solos, de ordenamento do território e de urbanismo, entre os quais, aumentar a resiliência do território aos efeitos correntes de fenómenos climáticos extremos e combater os efeitos da erosão e outros princípios de sustentabilidade.
- Despacho n.º 3839/2015: constituição de um Grupo de Trabalho que desenvolva as diligências necessárias à preparação da execução de uma primeira ação de alimentação de elevada magnitude de areia (“shot” de areias) na zona costeira mais exposta à ação do mar.
- Decreto-Lei n.º 80/2015: Revisão do Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão Territorial. Desenvolve as bases da política pública dos solos, de ordenamento do território e de urbanismo, definindo o regime de coordenação dos âmbitos nacional, regional, intermunicipal e municipal do sistema de gestão territorial, o regime geral de uso do solo e o regime de elaboração, aprovação, execução e avaliação dos instrumentos de gestão territorial.
- Decreto-Lei n.º 38/2015: desenvolve a Lei n.º 17/2014, que estabelece as Bases da Política de Ordenamento e de Gestão do Espaço Marítimo Nacional. Um dos objetivos é promover a exploração económica sustentável, racional e eficiente dos recursos marinhos e dos serviços dos ecossistemas, assegurando a preservação, proteção e recuperação dos valores naturais e ecossistemas costeiros e bom estado das águas costeiras e de transição, prevenindo os riscos da ação humana e minimização dos efeitos de catástrofes naturais e das alterações climáticas.
- Decreto-Lei n.º 75/2015: aprova o Regime de Licenciamento Único de Ambiente (LUA), que visa a simplificação dos procedimentos dos regimes de licenciamento ambientais, regulando o procedimento de emissão do Título Único Ambiental (TUA).
- Portaria n.º 57-B/2015: Estabelece as condições de acesso e as regras gerais de financiamento para as operações apresentadas ao abrigo das Prioridades de Investimento e Áreas de Intervenção no domínio da sustentabilidade e eficiência no uso

dos recursos. Uma das formas de apoio é o Fundo de Coesão no PO SEUR com o objetivo de proteção do litoral.

## 2.7 Estratégias de adaptação à erosão costeira

A adaptação é definida como um ajuste dos sistemas naturais ou humanos às mudanças climáticas ou aos seus efeitos, por forma a diminuir os danos ou risco ou valorizar as oportunidades (Parry, Canziani, Palutikov, van der Linden, & Hanson, 2007). Transferindo este conceito para a gestão costeira, a adaptação é uma estratégia de gestão para a redução dos riscos costeiros face às alterações climáticas. A estratégia de adaptação costeira inclui as estratégias de proteção costeira, a acomodação e a realocização ou recuo planeado (Parry, Canziani, Palutikov, van der Linden, & Hanson, 2007) (figura 2.25)

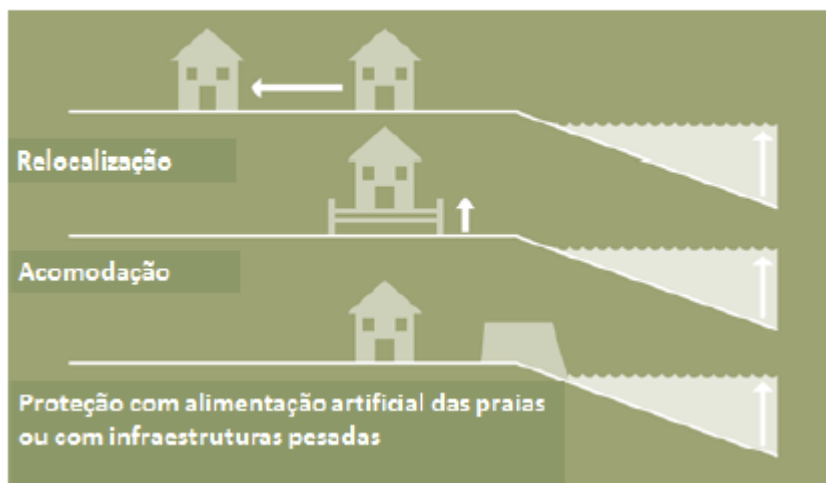


Figura 2.25 – Estratégias de adaptação costeira\_ proteção, acomodação e realocização  
(Fonte: Santos, Lopes, Moniz, Ramos, & Taborda, 2014).

A estratégia de proteção consiste em manter ou avançar a linha de costa através de obras pesadas ou leves, a acomodação consiste na adaptação das atividades humanas e das infraestruturas existentes no litoral, por forma a reduzir o risco de inundação e a realocização consiste na migração das pessoas e dos bens para o interior do continente, nomeadamente para zonas com menor vulnerabilidade. Geralmente a realocização ocorre quando as outras estratégias são inviáveis (GTL,

2014). Na tabela 5 pode-se observar as medidas leves e pesadas para as diferentes estratégias de adaptação.

Tabela 5 – Medidas leves e medidas pesadas de adaptação costeira (Fonte: adaptado de Policy Research Corporation, 2009)

	<b>Proteger</b> Esforço para continuar a usar áreas vulneráveis	<b>Acomodar</b> Esforço para continuar a viver em áreas vulneráveis, alterando hábitos	<b>Recuar</b> Esforço para abandonar áreas vulneráveis
<b>Pesada</b>	Diques, Esporões, paredões, quebra-mares, barreiras contra a intrusão salina	Construção em estacas, adaptação dos sistemas de drenagem, abrigos de emergência para cheia	Relocalização de edifícios ameaçados
<b>Leve</b>	Alimentação artificial, dunas artificiais, criação de zonas húmidas (sumidouros)	Novos códigos de construção (estruturas amovíveis ou mais resilientes), culturas agrícolas tolerantes ao sal ou a inundações, alertas de risco e evacuação, seguros baseados no risco	Restrições no uso do solo, zonas tampão e renaturalização de espaços artificializados

Na figura 2.26 pode-se observar um apanhado da evolução das medidas e práticas das diferentes estratégias de adaptação nas zonas costeiras, assim como respetivos exemplos, resultado da evolução do conhecimento desta problemática.

A decisão da opção de estratégia de adaptação a tomar é influenciada principalmente pelas considerações socioeconómicas locais. A tomada de decisão deve ser apoiada por análises custo-benefício (European Comissão, 2009), por forma a avaliar se a relação custo-benefício da estratégia e das medidas a tomar são superiores aos custos totais da inação. Também se pode recorrer a análise custo-benefício para optar entre duas estratégias comparando a relação custo-benefício das respetivas estratégias. Os custos da estratégia de adaptação resultam do somatório dos custos associados à sua implementação e dos impactos residuais não eliminados (GTL, 2014).

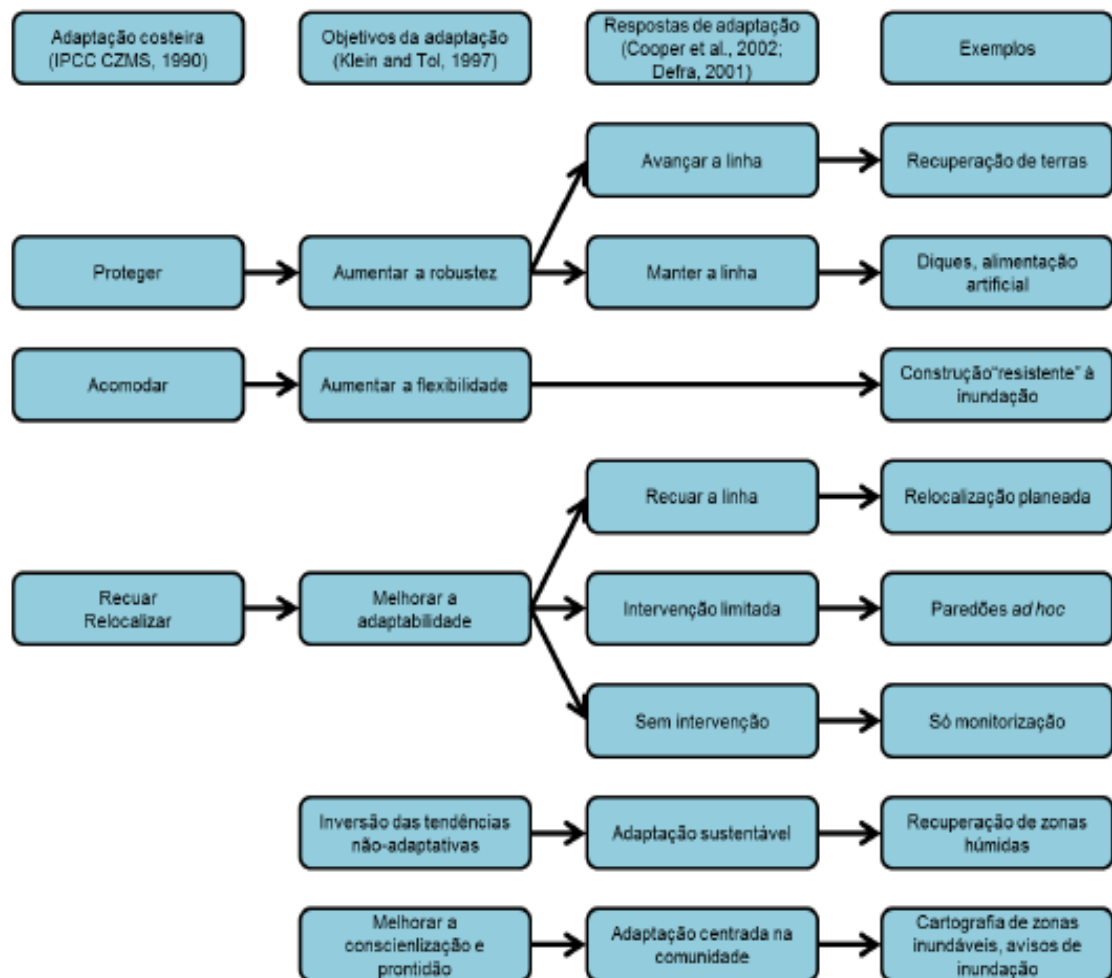


Figura 2.26 – Evolução das práticas de adaptação nas zonas costeiras (Fonte: GTL, 2014; em EEA2013).

### 2.7.1 Defesa e proteção

O objetivo da estratégia de proteção é a de manter a linha de costa ou mesmo avançar (conquistar terreno ao mar), protegendo o litoral dos efeitos da erosão. Esta estratégia pode incluir obras leves e obras pesadas.

As obras pesadas são intervenções estruturais geralmente aplicadas em locais com problemas graves de erosão costeira. A decisão de construir estas estruturas deve ser apoiada por análises aprofundadas dos processos que causam a erosão, assim como deve ser analisado a evolução da linha da costa no passado e estimada no futuro, para que a medida a tomar seja eficaz, tendo sempre em atenção que estas estruturas diminuem os riscos mas não os eliminam (van Rijn, 2013). Estas estruturas pesadas podem ser paralelas ou perpendiculares à linha de costa.

#### 2.7.1.1 Esporões

Os esporões são estruturas estreitas e longas que se estendem até à zona de rebentação, geralmente um pouco além da praia-mar, podendo atingir os 300 metros (van Rijn, 2013). Estas estruturas são perpendiculares à linha de costa, mas podem ter forma em T, em L ou mais complexas. Podem ser permeáveis ou impermeáveis (permitindo, ou não, que alguns sedimentos e água os atravesse). Os materiais de construção utilizados podem ser blocos de betão, blocos de rocha, sacos com areia ou pedras, tetrápodes ou gabiões (Dias J. A., 2007)

As principais funções destas estruturas são:

- Reter a deriva litoral e assim diminuir a erosão costeira (Pilarczyk, 1990), por forma a estabilizar ou aumentar a praia. Os sedimentos ficam retidos a barlar da estrutura, no entanto é causada erosão mais intensa a sotamar da estrutura devido à geração adicional de turbulência (van Rijn, 2013);
- Manter e estabilizar os sedimentos provenientes de alimentação artificial em praias naturais ou artificiais (van Rijn, 2013);
- Impedir a migração de sedimentos, nomeadamente em zonas terminais de células sedimentares próximas de “entradas” de sedimentos (van Rijn, 2013).

Os esporões também podem ser aplicados para deflectir correntes de maré da linha de costa (van Rijn, 2013). Os esporões diminuem a erosão costeira a barlar, mas intensificam a erosão a sotamar. Por essa razão, geralmente são construídos campos de esporões (Dias J. A., 2007), ou são associados a obras longitudinais diminuir o efeito negativo.

#### 2.7.1.2 Obras longitudinais aderentes

As obras longitudinais aderentes ou paredões são utilizadas para fixar a linha de costa, ou mesmo avançar a linha de costa. Geralmente é aplicado em zonas que sofrem ou sofreram de galgamentos e erosão devido a tempestades, causando estragos nos aglomerados urbanos, ou em zonas com erosão crónica, i.e. zonas de risco elevado de galgamento e erosão costeira. Estas obras podem ser aplicadas singularmente ou em conjunto com outras obras (Pilarczyk, 1990).

O principal objetivo destas obras é defender o litoral das ações do mar e não o de diminuir a deriva litoral (van Rijn, 2013). Estas obras usualmente são utilizadas quando as outras soluções de defesa e proteção ou acomodação já não são eficazes (van Rijn, 2013). Isto deve-se aos elevados custos de implementação e manutenção e aos problemas de erosão que ocorrem nas zonas adjacentes à obra. Em

casos extremos de erosão as zonas com obras longitudinais ficam destacados em relação à linha de costa adjacente, sendo que ficam mais “perto” do mar.

#### 2.7.1.3 Quebra-mares destacados

Os quebra-mares destacados são estruturas pesadas paralelas à costa, sem ligação à terra. Podem ter a superfície emersa ou submersa, sendo que os de superfície submersa são também conhecidos por quebra-mares do tipo recife ou podem ser construído singularmente ou em conjunto com outros quebra-mares (van Rijn, 2010).

As principais funções destas estruturas é reduzir a ação das ondas sobre o litoral, funcionando como uma barreira à ação das ondas, reduzindo a magnitude a que estas chegam às praias adjacentes e consequentemente diminuindo a erosão nesses locais (van Rijn, 2013) e têm também a função de reter os sedimentos, principalmente na sua retaguarda podendo criar tômbolos (figura 2.27).

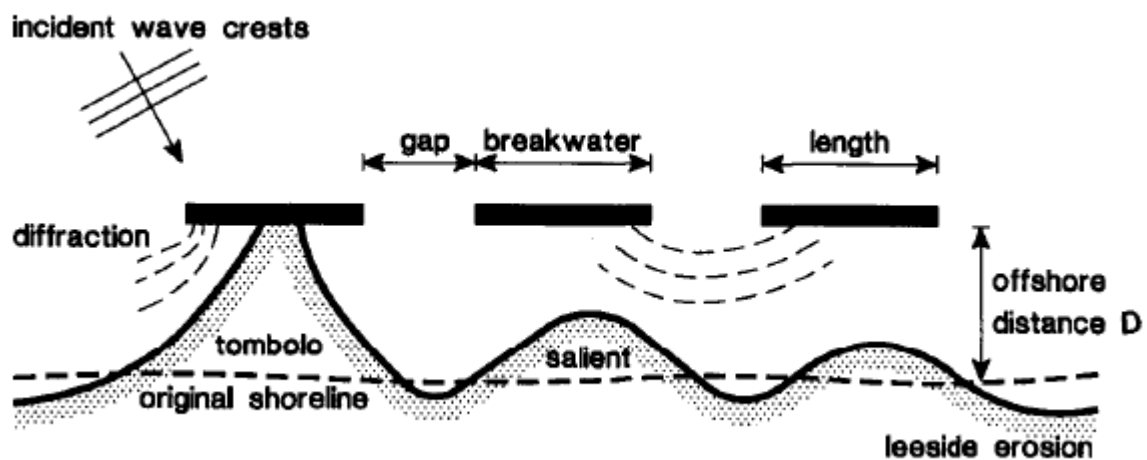


Figura 2.27 – Quebra-mares destacados. (Fonte: van Rijn, 2013)

As estruturas submersas são incapazes de impedir ou reduzir a erosão costeira em situações de temporal, uma vez que a maioria das ondas ultrapassa esta barreira e ataca a frente de praia. Nestes casos é necessário proceder a alimentação artificial para reduzir a erosão durante os temporais (van Rijn, 2010).

Estas estruturas têm a desvantagem de serem dispendiosas na construção e manutenção, para além de prejudicarem a qualidade da paisagem, de poderem ser perigosas para os nadadores e de prejudicarem a prática de desportos náuticos que utilizem as ondas (van Rijn, 2010), nomeadamente o surf.

#### 2.7.1.4 Alimentação artificial

A alimentação artificial da praia tem o objetivo de manter ou alargar as praias para que continuem a ser utilizadas com fins recreativos e de lazer. Esta técnica consiste na injeção de volumes de areias por forma a compensar os sedimentos “perdidos” na deriva litoral (Dias J. M., 1990).

As vantagens desta técnica, em relação às estruturas pesadas de defesa costeira, é a de ter custos mais reduzidos em relação às estruturas pesadas de defesa costeira, ter impactos visuais muito mais reduzidos e menos agressiva para o litoral (Dias J. M., 1990). Segundo Fortunato, Clímaco, Oliveira, Sancho, & Freire (2008), para que esta técnica seja técnica economicamente viável é necessário que se verifique quatro condições: tratar-se de uma zona exposta ao risco, densamente edificada e com elevada importância turística; zonas com agitação marítima moderada; reservas de areia adequada para ser utilizada nesta técnica próximo do local; não haver grandes condicionalismos ecológicos. Locais com elevada agitação marítima poderão retirar a areia do local pretendido, pois estas areias são mais facilmente transportadas do que as areias residentes. As areias se inadequadas poderão libertar poluentes e prejudicar a biodiversidade local.

No entanto esta técnica tem algumas desvantagens. Normalmente as praias sujeitas a esta técnica têm taxas de erosão superiores ao observado antes da alimentação, pois geralmente a areia colocada sobre a praia resulta de um perfil que não está em equilíbrio com o clima de agitação, consequentemente necessita de elevada manutenção e respetivos custos (Coelho C. D., 2005).

O Programa holandês *Building with Nature* criou um projeto denominado como o “*sand motor*”, ou em português, “motor de areia”. Este projeto teve o objetivo de responder à erosão costeira verificada ao longo do litoral holandês, através de um programa de alimentação artificial de grande escala. Neste projeto depositou-se 20 milhões de metros cúbicos de areia na costa Dutch Delfand (EEA, 2013).

Contrariamente às alimentações artificiais tradicionais, ou mais usuais, que depositam areia em menores quantidades e próximo do local onde se pretende o enchimento de praia, esta técnica holandesa consiste na colocação de elevadas quantidades de areia num local estratégico e deixar a natureza atuar através do vento, da ondulação e correntes que transportam e depositam a areia ao longo da costa, nomeadamente nos locais em erosão. Os resultados são o enchimento de praias ao longo da costa de forma natural, a modificação de uma costa com tendência erosiva para tendência de acreção, sem os impactos do enchimento nos locais de deposição e a criação de espaços naturais e de lazer. (EEA, 2013).

O programa holandês demonstra que este tipo de alimentação artificial de grandes quantidades de areia durante longos períodos de tempo, é capaz de inverter a tendência erosiva da costa se a agitação marítima não for intensa e é economicamente viável se houver perto do local areia adequada para ser utilizada (van Rijn, 2010).

### 2.7.2 Acomodação

A estratégia de acomodação consiste em adaptar o modo de vida das pessoas por forma a continuarem a viver em zonas vulneráveis à erosão e galgamento costeiro, i.e. aumentar a capacidade das populações lidarem com os impactos e riscos de modo a diminuírem o respetivo risco e se tornarem mais resilientes. Esta estratégia inclui medidas que consistem no incentivo de usos sazonais; reabilitação de estruturas para que sejam mais resilientes à ação da água; planejar os espaços públicos como espaços multifuncionais, encaminhando águas de cheia ou soluções de dissipação de energia das águas. É importante condicionar usos abaixo de cotas de risco de inundação e criar soluções urbanísticas mais resilientes (GTL, 2014).

Em Portugal, as primeiras comunidades costeiras, adotaram esta estratégia através da construção de casas em estacas como é exemplo as construções em palafita ou palheiros tradicionais (figura 2.28). Na figura 2.29 pode-se observar os atuais palheiros da praia da Tocha, município de Cantanhede.



Figura 2.28- Palheiros tradicionais. (Fonte: Dias, 1994; GTL, 2014)



Figura 2.29 – Atuais palheiros da praia da Tocha (Fonte: <http://visoesdagandara.blogspot.pt/2012/03/os-actuais-palheiros-e-casas.html>)

Na figura 2.30 pode-se observar o depósito subterrâneo no Parc Joan Miró em Barcelona. Este parque subterrâneo serve de depósito às águas pluviais em casos de inundação. Na figura 2.31 pode-se observar um pavilhão flutuante em Roterdão na Holanda. Na figura 2.32 pode-se observar os *Flood Shutters*, proteções contra inundações implementadas nos edifícios em Hamburgo. Estes são outros



exemplos de medidas de acomodação às alterações climáticas realizadas no estrangeiro, mas que poderiam ser reproduzidas em Portugal na estratégia de acomodação a riscos de erosão, galgamento e inundação costeira.



Figura 2.30 - -- Parc Joan Miró, Barcelona.  
Depósito subterrâneo de águas pluviais. (Fonte:  
<http://habitat urba.bcn.cat/>)



Figura 2.31 – Projeto Pavilhão flutuante da Estratégia de Adaptação as Alterações Climáticas de Roterdão (Fonte: [http://www.sustainablesteel.eu/p/558/pcm\\_projects.html](http://www.sustainablesteel.eu/p/558/pcm_projects.html))



Figura 2.32 –Flood Shutters, proteções contra inundações implementadas no edifício em Hamburgo. (Fonte: <http://nuweb4.neu.edu/architectureinberlin/?p=721>)

### 2.7.3 Relocalização

A estratégia de relocalização ou recuo planeado consiste na retirada do edificado de zonas de elevada vulnerabilidade à erosão, galgamento e inundação costeira, zonas em que o edificado esteja

altamente ameaçado pelas ações do mar. Esta estratégia geralmente só é adotada quando todas as outras estratégias já não resultam ou quando a vulnerabilidade é tão elevada que a única opção é o recuo. No entanto, as obras de defesa costeira, ou mesmo a alimentação artificial, têm demonstrado que têm elevados custos, impactos negativos tanto localmente como a sotamar das estruturas.

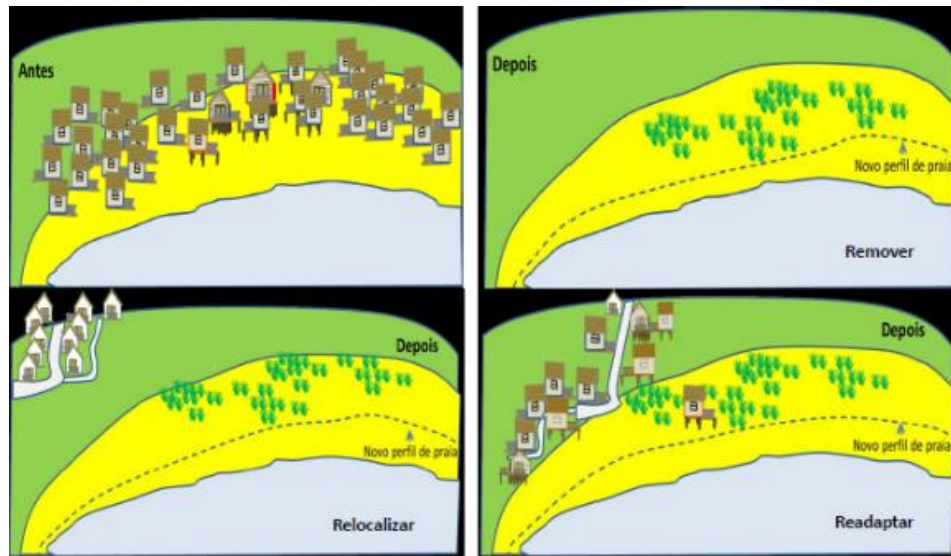


Figura 2.33 – Esquema das ações “remover”, “relocalizar” e “readaptar”. (Fonte: Oliveira, 2013; Veloso-Gomes & Oliveira, 2013)

Nos últimos anos tem-se mudado paradigma da construção de estruturas pesadas de defesa costeira e tem-se adotado medidas de realocização. Estas medidas podem assumir várias abordagens: a retirada, a realocização e a readaptação (Oliveira, 2013; Veloso-Gomes & Oliveira, 2013), conforme se pode verificar na figura 2.33. Qualquer das medidas a adotar devem ser sempre seguidas de um fortalecimento natural nas zonas anteriormente ocupadas, de modo a diminuir a vulnerabilidade, funcionando como uma zona-tampão entre as ações do mar e as zonas ocupadas.

Esta medida muitas vezes não é bem recebida por parte da população residente, enraizada com as tradições locais, pois implica alterações nas comunidades e modos de vida. Devido a estes problemas políticos e sociais são processos que podem levar muitos anos a serem resolvidos (Veloso-Gomes & Oliveira, 2013). Para reduzir estes problemas deve-se sempre adotar uma estratégia integrada com a população local, envolvendo-a no processo de decisão.

## 2.8 Gestão Integrada das Zonas Costeiras (GIZC)

Devido ao aumento do risco costeiro causado pela intensificação da pressão humana, do aumento do nível médio do mar, do aumento de fenómenos climatéricos extremos, do défice

sedimentar, entre outras causas, surgiu a necessidade de uma gestão costeira efetiva e eficaz. Assim, foi elaborada e aprovada a Estratégia Nacional da Gestão Integrada da Zona Costeira (ENGIZC) com o objetivo de reforçar a visão integradora da zona costeira, garantindo a articulação do planejamento e gestão do espaço marítimo e com a conservação do meio marinho. Uma política de gestão integrada do balanço sedimentar com o objetivo de repor o ciclo sedimentar natural e que envolva todas as entidades com responsabilidades nesse domínio, assim como uma política de adaptação é fundamental para a gestão do risco costeiro.

Em termos conceptuais é defensável que a política de Adaptação tenha dois níveis distintos de intervenção em termos de gestão costeira e que importaria explorar pois visa dar maior protagonismo aos atores locais no seu espaço de vocação (sobretudo autarquias). Este conceito passa por estratificar mais as competências e a interação entre os diferentes níveis da administração, através da demarcação de dois níveis distintos a ter na Estratégia de Adaptação, que embora distintos, se deveriam interligar fortemente. Esses níveis são:

1. Um nível mais ESTRUTURAL (dominantemente competência da Administração Central) e que deverá centrar-se nos temas relacionado com:
  - a. A política integrada de sedimentos;
  - b. O planeamento e gestão integrada das obras pesadas costeiras (incluindo as de proteção de canais de navegação) e que deverão estar articuladas/integradas com as medidas de resiliência estruturais locais;
  - c. A monitorização e modelação sistemática das dinâmicas costeiras no seu conjunto.
2. Num nível mais LOCAL (competência da Administração Local), as ações mais relacionadas com as especificidades locais e em respeito do princípio da subsidiariedade, como seja a gestão territorial de espaços em risco nos seguintes domínios:
  - a. Integrar o previsível comportamento das obras de defesa pesada em situações extremas de temporais no desenvolvimento de soluções de resiliência estruturais necessárias a cada aglomerado em risco, devendo haver coordenação nos investimentos e intervenções;

- b. Introduzir na gestão urbana soluções de acomodação e corresponsabilização sem desconsiderar a retirada planeada como medida cautelar a considerar em situações extremas ou quando haja oportunidade;
- c. Reforçar ou proceder à manutenção atempada dos sistemas costeiros na sua função de proteção (incluindo, eventualmente, a manutenção de obras de defesa estruturais);
- d. Desenvolvimento de campanhas locais concertadas de monitorização que avaliem, entre outros aspetos, os efeitos locais da política de sedimentos e registos sistemáticos dos efeitos das tempestades extremas.

Em termos práticos para implementação do nível local da Política de Adaptação, entende-se que a metodologia deveria ser a seguinte:

1. Identificar como ATRR (Áreas Territoriais a Reabilitar e a Regenerar) definidas na Lei n.º 31/2014 (Lei de bases gerais da política pública de solos, de ordenamento do território e de urbanismo) todo o edificado que esteja abrangido pelas Faixas de Salvaguarda ou Faixas de Risco.
2. Incorporar as ATRR nos respetivos PMOT (PDM, Pu ou PP), onde as autarquias definiriam esses espaços como territórios excecionais tendo em vista a aplicação de uma gestão urbanística baseada nos princípios da Prevenção e da Precaução, devendo designadamente efetuar os estudos que conduzam ao conhecimento necessário
3. Com base nesses estudos e pós ampla discussão pública, deve-se consertar esforços tendo em vista convergir investimentos a nível nacional, regional e local e onde o POSEUR, que já tem previsto, mas também, as Taxas dos Recursos Hídricos (TRH) e o IMI, poderiam e deveriam ser reorientados para apoiar esse objetivo.

## **2.9 Análise de vulnerabilidade, exposição e risco de erosão e galgamento costeiro**

A análise de vulnerabilidade, exposição e risco é essencial para uma eficaz gestão de riscos costeiros e contribui para o apoio ao processo de tomada de decisão no ordenamento das áreas costeiras (Alves, Pinto, & Ferreira, 1997). A avaliação da vulnerabilidade e risco através de indicadores ou critérios retratado em índices são ferramentas que auxiliam a tomada de decisão no planeamento e gestão costeira (Ferreira, 2003; Borges, Phillips, Medeiros, Ng, & Calado, 2014). Várias metodologias têm

sido adotadas para a análise de vulnerabilidade e risco em Alves, Pinto, & Ferreira, (1997); Ferreira, (2003); Birkman, (2007); Nicholls & Richards, (2009); Rodrigues & Miguel, (2011), Raposeiro & Ferreira, (2011); Pereira & Coelho, (2013); Hinkel, *et al.*, (2013); Sousa, Siegle, & Tessler, (2013) e Borges, Phillips, Medeiros, Ng, & Calado, (2014).

### **2.9.1 Vulnerabilidade**

Várias definições de vulnerabilidade têm sido apresentadas pela comunidade científica. Nos anos 70&80 associava-se a vulnerabilidade à fragilidade física. A vulnerabilidade pode também ser vista como uma característica intrínseca de um sistema ou elemento (Wisner, 2002; UN/ISDR, 2004; Cardona, 2004; Thywissen, 2006; Birkman, 2007), no entanto a maioria dos analistas reconhecem que a vulnerabilidade depende de um perigo e que deve ser relacionada com a sua frequência ou probabilidade (Birkman, 2007). As Nações Unidas/Estratégia Internacional para a Redução do Desastre (UN/ISDR) definem vulnerabilidade como as condições determinadas por factores físicos, sociais, económicos e ambientais ou processos que aumentam a suscetibilidade de uma comunidade ao risco (UN/ISDR, 2004; Birkman, 2007). A vulnerabilidade também pode ser definida de duas maneiras: a vulnerabilidade natural dos sistemas, que é função da sustentabilidade natural; ou resistência e resiliência que é função da resposta espontânea do sistema à alteração (SURVAS, 2000; Rodrigues & Miguel, 2011). Outra definição de vulnerabilidade de Gomes&Pinto, (1997); Pereira & Coelho, (2013) *“a vulnerabilidade das zonas costeiras às ações energéticas do mar pode ser entendida como a sensibilidade desses sistemas biofísicos, manifestada por alterações hidromorfológicas”*, sendo que uma zona mais vulnerável está mais sujeita às ações do mar do que uma zona menos vulnerável. Por exemplo, uma zona de baixa altitude é mais vulnerável do que uma zona de cotas mais elevadas (assumindo que as restantes condições sejam iguais).

Nesta dissertação entende-se a vulnerabilidade como a suscetibilidade às ações energéticas do mar.

### **2.9.2 Exposição**

A exposição representa o conjunto de pessoas e bens expostos a um perigo natural (APA, 2012), que neste caso é a ação do mar. Um local com elevada exposição é um local com elevado valor humano e patrimonial. O valor patrimonial pode ser o edificado, o ambiente, cultura e tradições, i.e. tudo o que tenha valor.

### **2.9.3 Risco**

O risco pode ser definido como sendo o produto da probabilidade de ocorrência de um acontecimento potencial indesejado pela consequência associada a esse acontecimento (Pereira & Coelho, 2013), ou de forma análoga pode ser definido o produto entre a vulnerabilidade e a exposição.

Um local muito vulnerável não é sinónimo de risco, pois para que haja risco é necessário a exposição, i.e. é necessário que haja pessoas e bens nos locais vulneráveis suscetíveis de perda. (Ferreira J. C., 2003). A situação inversa é igualmente verdadeira, pois também só há risco num local exposto se este também for vulnerável.

## **2.10 Análise multicritério e integração com SIG's**

Para a determinação de índices de vulnerabilidade, exposição e risco utilizou-se a análise multicritério Analytic Hierarchy Process (AHP) de Saaty, (1990). A análise multicritério é uma ferramenta de apoio à decisão em ambientes complexos em que diversos critérios são considerados para priorização e seleção de alternativas ou projetos (Vargas, 2010). Esta análise pode ser realizada para produzir uma conclusão sintética simples no final da análise (EVALSED). Nesta análise avaliam-se vários factores e critérios que abrangem várias áreas científicas, sendo que deve ser abordada de forma multidisciplinar e, portanto, com o auxílio de especialistas de várias áreas científicas.

A análise multicritério AHP inicia-se com a definição do problema e na escolha de factores que melhor representam o problema e que são importantes para a tomada de decisão. Estes factores são estruturados hierarquicamente em critérios e subcritérios e são analisados e comparados entre si, por forma a se perceber qual o impacto e importância que cada critério tem para o problema. Conhecendo-se a importância dos critérios é possível a ponderação dos mesmos, permitindo a avaliação de cada um dos elementos dentro da hierarquia definida (Saaty, 1990). A contribuição que cada critério tem na avaliação é quantificada pelo seu peso (Rocha, Ferreira, Simões, & Tenedório, 2007).

Quando todas as comparações forem realizadas e os pesos relativos entre os critérios definidos é possível produzir uma conclusão sintética. A decisão final é condicionada pela análise e tratamento dado a cada um dos critérios.

Os principais passos para a implementação desta análise são:

1. Identificação do problema e dos elementos, factores ou critérios que melhor caracterizam o problema;

2. Definição dos critérios e subcritérios de análise: decompõe-se o problema hierarquicamente em critérios e subcritérios, em que se faz um inventário dos elementos a serem comparados.
3. Ponderação dos critérios: Compara-se os critérios par-a-par atribuindo-se valores de importância a cada critério para o problema em análise, o que permitirá ponderar os critérios, i.e. atribuir pesos a cada critério refletindo a importância relativa do critério na meta global.
4. Análise do impacto dos critérios para o problema: estima-se quantitativamente ou qualitativamente o impacto destes critérios para o problema em análise através da matriz de avaliação multicritério.
5. Agregação das análises e conclusões: Depois de analisados os impactos de cada critério e tendo em consideração a ponderação do critério é possível obter um resultado sintético do estado do problema ou um índice global.

Para auxiliar a análise multicritério utilizam-se SIG's. Os SIG's são programas que possuem ferramentas que facilmente editam e analisam informação espacial, sendo úteis a auxiliar a resolução de problemas que envolvam informação geográfica.

Estes programas conseguem sobrepor, editar e integrar *layers* ou mapas com informação geográfica, sendo por isso muito úteis na integração com análises multicritérios que recorram a critérios mapeados. A combinação da análise multicritério com os SIG's possibilita uma abordagem mais objetiva e racional de tomar decisões de seleção de locais (Carver, 1991).

A gestão do litoral é complexa e envolve várias variáveis, assim a utilização da ferramenta SIG, muito útil na gestão costeira, permite a análise e armazenamento de dados, a comparação de alternativas, a visualização e comparação ao longo do tempo, possibilitando a monitorização, previsão de cenários e a quantificação de indicadores de vulnerabilidade e risco (Barbosa, Gomes, & Pinto, 2006)

### **2.11 Análise de custos das estratégias de adaptação**

Como já foi referido no capítulo 2.7, as estratégias de adaptação têm o objetivo de reduzir o risco ou o dano face às alterações climáticas, essenciais na gestão do risco e na segurança das pessoas e bens costeiros. Porém, são várias alternativas que poderão cumprir os objetivos de redução do risco, sendo por isso necessário escolher a melhor estratégia. Para ajudar à tomada de decisão, deverá recorrer-se a análises comparativas dos custos e benefícios associados a cada alternativa para diferentes cenários de alterações climáticas ou de risco.



## 3 Metodologia

---

### 3.1 Avaliação de vulnerabilidade, exposição e risco no litoral – Análise multicritério AHP

A avaliação de vulnerabilidades e riscos no litoral foi realizada através de uma análise-multicritério, utilizando os princípios da análise multicritério AHP de Saaty (1990), recorrendo a um sistema de informação geográfica (*ArcGis*). Para tal foram selecionados critérios ou parâmetros para serem classificados quanto à vulnerabilidade e risco e mapeados na área de estudo, com o objetivo de produzir mapas de índices globais, nomeadamente os índices de vulnerabilidade, exposição e risco. A identificação destas faixas é essencial para a gestão costeira e seleção das melhores estratégias de adaptação através de análise custo-benefício.

Para diferenciar a importância de cada critério para o índice em estudo (exposição e vulnerabilidade) foram atribuídos pesos a cada critério. Estes pesos foram atribuídos com o auxílio do Coorientador deste trabalho. Depois de identificados e ponderados os critérios, classificou-se as zonas de estudo com o auxílio do SIG e produziram-se mapas de índice de vulnerabilidade, exposição e risco através do método AHP para a área de estudo<sup>2</sup>.

#### 3.1.1 Identificação dos critérios de vulnerabilidade

Foram escolhidos seis dos parâmetros mais importantes na análise de vulnerabilidades, pois a análise conjunta de todos os parâmetros de vulnerabilidade é complexa (Coelho, Silva, Veloso-Gomes, & Taveira-Pinto, 2006) e não é sinónimo de eficiência e eficácia uma vez que há critérios que nos indicam várias informações já contidas noutros critérios, como é o caso do critério da geomorfologia que nos poderá dar informações da sua dureza, declive, etc. Assim foi possível simplificar o estudo e economizar tempo.

Os critérios de vulnerabilidade escolhidos foram: distância à linha limite de leito do mar, topografia, geomorfologia, geologia, agitação do mar e artificialização do solo.

##### 3.1.1.1 Distância à linha de costa

A vulnerabilidade costeira depende da distância à linha de costa. Em condições normais e idênticas, um local junto à linha de costa está mais sujeito às forças energéticas do mar, do que um local

---

<sup>2</sup> A área de estudo compreende uma faixa entre Caminha e Vila Real de Santo António. Esta faixa tem a largura de 200m para o interior da linha limite do leito.

distante da mesma. Assim, à medida que esta distância aumenta, diminui a vulnerabilidade de erosão e galgamento costeiro.

Foram realizadas diferentes faixas de distância à linha limite do leito do mar (LLL), com o auxílio do programa *ArcGis*. A faixa dos 50 metros representa a margem das águas do mar (Lei n.º 34/2014) e as restantes faixas não estão relacionadas com qualquer aspeto legal mas apenas como critério estatístico para tratamento dos dados. A LLL utilizada foi a produzida por técnicos da APA com base na metodologia definida pelo Despacho 12/2010 do presidente do INAG, I.P. de 29 de Dezembro. A cada faixa atribuiu-se um valor de vulnerabilidade, sendo que quanto maior a vulnerabilidade, mais elevada é a probabilidade

Tabela 6 – Classificação da vulnerabilidade em relação à linha de costa

de ocorrência de erosão e galgamento costeiro. Na tabela 6 pode-se observar a classificação atribuída.

Vulnerabilidade	Baixo 2	Moderado 3	Alto 4	Muito alto 5
Distância à linha de costa (metros)	≤ 200 > 100	< 100 > 50	< 50 > 0	≤ 0

#### 3.1.1.2 Topografia

A topografia é um dos parâmetros mais importantes para o estudo da vulnerabilidade à erosão e galgamento costeiro. Zonas de baixas altitudes são mais vulneráveis aos galgamentos do que zonas de elevadas altitudes. Assim procedeu-se à classificação de vulnerabilidades para diferentes altitudes conforme se pode observar na tabela 7.

Tabela 7 – Classificação da vulnerabilidade em relação às cotas topográficas.

Vulnerabilidade	Muito baixo 1	Baixo 2	Moderado 3	Alto 4	Muito alto 5
Cota topográfica em relação ao zero hidrográfico (m)	>14	>10 <14	>8 <10	>6 <8	≤ 6

As cotas topográficas com a vulnerabilidade mais elevada correspondem às cotas menores de seis metros, em relação ao Nível Médio do Mar. A atribuição de 6 metros para a classe de vulnerabilidade mais elevada teve em conta a acumulação de vários fenómenos, como as marés vivas, a ondulação, o *stormsurge* e as alterações climáticas. Assim, atribuiu-se uma elevação de 2 metros devido

às marés vivas acima do NMM (Instituto Hidrográfico, 2015), uma elevação de 2 metros devido à ondulação em situação de média agitação (Mota & Pinto, 2012), elevação de 1 metro devido ao *stormsurge* (Gama, Dias, Ferreira, & Taborda, 1994) e uma elevação de 1 metro devido aos cenários de alterações climáticas para um horizonte de 100 anos (Nicholls et al, 2010 em Costa, 2013), perfazendo um total de seis metros. As vulnerabilidades seguintes têm elevações correspondentes a ondas de maiores dimensões, sendo que quanto maiores as ondas, menor a probabilidade de estas ocorrerem e, portanto, menor a vulnerabilidade.

O mapeamento topográfico na área de estudo foi realizado a partir dos dados fornecidos pelo levantamento aerofotogramétrico de 2008 da DGT/APA. Para tal, foi necessário converter os ficheiros originais que estavam em formato *ASCII*, formato este que não é editável e apenas serve para visualização, para um formato editável no *ArcMap*. A conversão destes ficheiros foi realizada através da realização de um modelo no *ModelBuilder* do *Arcgis*, utilizando as ferramentas *Copy Raster*, *Reclassify* e *Raster to Polygon*.

#### 3.1.1.3 Geologia

O conhecimento da natureza geológica da orla costeira permite averiguar a dureza e comportamento das mesmas. As rochas sedimentares têm uma dureza menor do que as rochas metamórficas e magmáticas e, portanto, são mais suscetíveis à erosão, tendo por isso um menor índice de vulnerabilidade à erosão costeira.

Na tabela 8, adotada pelo Gornitz *et al.* (1997) em Coelho & Arede, 2009, pode-se observar a classificação de vulnerabilidade quanto às características geológicas do local em estudo. Nesta classificação considera-se que os locais com sedimentos e rochas não consolidadas são mais vulneráveis do que os locais com rochas consolidadas. São exemplos de sedimentos não consolidados de grande dimensão, a gravilha ou o cascalho. As areias, argilas ou siltes são classificados como sedimentos não consolidados de pequena dimensão. As rochas magmáticas são as menos vulneráveis devido à sua elevada dureza.

Tabela 8 – Classificação da vulnerabilidade quanto às características geológicas

Descrição	Vulnerabilidade
Rochas magmáticas	<b>Muito baixo</b>  1
Rochas metamórficas	<b>Baixo</b>  2
Rochas sedimentares	<b>Moderado</b>  3
Sedimentos não consolidados de grandes dimensões e/ou litologia variada	<b>Alto</b>  4
Sedimentos não consolidados de pequenas dimensões	<b>Muito alto</b>  5

A localização geográfica das tipologias de rochas no local de estudo foi realizada tendo como base o mapa digital geológico de Portugal à escala 1:500.000. No Anexo 7.1 pode-se observar a classificação de vulnerabilidade atribuída às diferentes classes geológicas presentes na área de estudo.

#### 3.1.1.4 Geomorfologia

O parâmetro da geomorfologia estuda a forma da terra. Na tabela 9 pode-se observar uma classificação de vulnerabilidade relacionando a geomorfologia do local de estudo. Esta classificação foi adotada por Coelho, Taveira-Pinto, Veloso-Gomes, & Pais-Barbosa, 2005. Classificou-se as zonas húmidas como as zonas mais vulneráveis, pois são zonas sem barreiras naturais ao avanço do mar. As planícies litorais foram classificadas com vulnerabilidade alta, pois são zonas muito expostas ao avanço do mar, com poucas barreiras naturais. As arribas são zonas menos vulneráveis, pois são uma barreira natural ao avanço do mar, embora dentro destas, classificou-se as arribas rochosas menos vulneráveis que as arribas friáveis, uma vez que estão menos suscetíveis à erosão e a desmoronamentos de terra e, portanto, ao avanço do mar. O litoral artificializado, como portos marítimos foram considerados com uma classificação de vulnerabilidade “média”, uma vez que são menos vulneráveis que planícies litorais e mais vulneráveis que arribas rochosas, sobretudo na perspetiva dos galgamentos. A classificação geomorfológica do litoral foi predominantemente realizada com o auxílio de fotografias oblíquas da APA, tiradas de avião a baixa altitude de toda a orla costeira continental em Dezembro de 2014.

Tabela 9 – Classificação da vulnerabilidade em relação à geomorfologia

Descrição	Vulnerabilidade
Arribas rochosas de litologia dura	Baixo 2
Arribas friáveis, rochoso baixo, litoral artificializado	Moderado 3
Planícies litorais	Alto 4
Zonas húmidas	Muito alto 5

#### 3.1.1.5 Agitação do mar

No critério “agitação do mar”, teve-se em conta os dados das boias ondógrafos de altura máxima e altura significativa de Faro, Sines e Leixões do Instituto Hidrográfico e o relatório do Instituto

de Meteorologia (2004). Na tabela 10 pode-se observar a classificação das vulnerabilidades em relação à agitação do mar.

Tabela 10 – Classificação de vulnerabilidades em relação à agitação marítima

<b>Vulnerabilidade</b>	<b>Moderado 3</b>	<b>Alto 4</b>	<b>Muito alto 5</b>
Zonas do litoral continental português	Litoral Sul	Litoral Sudoeste (a Sul do Cabo Espichel)	Litoral Noroeste (a Norte do Cabo Espichel)

#### 3.1.1.6 Erosão/acrecção

Como já foi referido no capítulo 2, o fenómeno da erosão costeira é muito complexo e dinâmico pois é dependente de muitas variáveis, tanto naturais como antropogénicas, sendo que zonas que atualmente estão em equilíbrio poderão, no futuro tornar-se zonas em erosão ou acreção. Devido a esta dinâmica e à ausência de dados quantitativos das taxas de erosão no litoral continental português, classificou-se este subcritério qualitativamente tendo como base a caracterização do balanço sedimentar do litoral do Relatório do GTL, (2014) referida no capítulo 2.5.5 “Erosão/acrecção no litoral continental” da presente dissertação.

#### 3.1.1.7 Artificialização do solo

A artificialização do solo ou o tipo de ocupação do solo não costumam ser utilizados como parâmetros de vulnerabilidade. No entanto, Coelho, Silva, Veloso-Gomes, & Taveira-Pinto (2006) afirmam que são expectáveis comportamentos morfológicos diferentes num litoral revestido de vegetação, pavimentado ou sem revestimento, considerando também que a vulnerabilidade é tanto maior quanto maior for a alteração do solo e desde que não haja alteração de cotas. Segundo esta classificação considera-se que um solo no seu estado natural é permeável. Na tabela 11 pode-se observar a classificação de vulnerabilidade adaptado de Coelho, Taveira-Pinto, Veloso-Gomes, & Pais-Barbosa (2005).

Tabela 11 – Classificação de vulnerabilidades quanto à artificialização e revestimento do solo. Adaptado de Coelho, Taveira-Pinto, Veloso-

Descrição	Vulnerabilidade
Floresta, vegetação arbustiva densa e arbórea	Muito baixa 1
Vegetação rasteira, solo cultivado e áreas verdes	Baixa 2
Solo nú	Moderada 3
Áreas urbanas não consolidadas e/ou dispersas	Alta 4
Áreas urbanas consolidadas, áreas industriais, portos.	Muito alta 5

O mapeamento dos tipos de ocupação do solo foi realizado tendo como base a carta de ocupação e uso do solo COS 2007. No anexo 7.2 pode-se observar a classificação de vulnerabilidade atribuída às classes de uso do solo presentes na área de estudo

### 3.1.2 Identificação dos critérios de exposição

Na identificação dos critérios de exposição teve-se em conta os critérios antrópicos, uma vez que o objetivo centra-se na avaliação do risco das áreas artificializadas. A informação base utilizada na classificação dos subcritérios exposição humana e exposição do edificado foi a informação geográfica do INE referente aos censos de 2011, particularmente a informação das subsecções contidas na área de estudo.

De referir que nem todas a subsecções estavam completamente contidas na área de estudo. Assim, foi necessário efetuar correlações entre os dados do INE e os polígonos que correspondiam ao edificado existente no território com vista a realizarem-se estimativas para se ajustar aqueles dados às faixas em análise. Estas estimativas basearam-se na observação de fotografias<sup>3</sup> da APA (APA, 2014) e do levantamento aerofotogramétrico de 2001, em que, por sensibilidade, atribuiu-se uma percentagem de aglomerado da subsecção contida no local de estudo. Por exemplo, se uma subsecção “A” tinha metade do edificado na área de estudo, então essa subsecção ficava com 50% do valor numérico contido na informação da dita subsecção; mas se o edificado de determinada subsecção estava completamente contido na área de estudo, então essa subsecção ficava com 100% do valor da informação.

A divisão de classes de exposição foi feita de forma automática no *software Arcgis* da seguinte forma: Criou-se uma *layer* com a informação das subsecções da área de estudo e os valores dos subcritérios das respetivas subsecções. De seguida classificou-se a *layer* de acordo com os valores do subcritério que se queria classificar. Classificou-se cada critério em 5 classes. A classificação realizada foi

<sup>3</sup> Estas fotografias foram cedidas pela APA. São fotografias oblíquas do litoral continental português de 2014.

a *Quantile*<sup>4</sup>, uma classificação geralmente utilizada para representar informações estatísticas numéricas, como a densidade populacional, ou o número de residentes.

#### 3.1.2.1 Exposição humana

O critério de exposição humana é dividido pelos subcritérios:

- **Número de residentes:** O número de residentes<sup>5</sup> da subsecção estatística localizada na área de estudo. De referir que este número é resultado das estimativas
- **Número de presentes:** O número de presentes<sup>6</sup> que estão na subsecção estatística do INE, localizadas na zona de estudo. De referir que este número é resultado das estimativas.
- **Densidade de residentes:** A razão entre o número de residentes da subsecção pela área da respetiva subsecção. De referir que este número de residentes não foi alvo de estimativas e que a área considerada é a da subsecção completamente contida, ou não, na área de estudo.
- **Densidade de presentes:** A razão entre o número de presentes da subsecção pela área da respetiva subsecção. De referir que este número de presentes não foi alvo de estimativas e que a área considerada é a da subsecção completamente contida, ou não, na área de estudo.

#### 3.1.2.2 Exposição do edificado

O critério de exposição do edificado é dividido nos subcritérios:

- **Número de edifícios clássicos<sup>7</sup>:** O número de edifícios clássicos da subsecção localizada na área de estudo. De referir que este número é resultado das estimativas.
- **Número de alojamentos<sup>8</sup>:** O número de alojamentos da subsecção localizada na área de estudo. De referir que este número é resultado das estimativas.

---

<sup>4</sup> Um método de classificação de dados que distribui um conjunto de valores em classes que contêm um número igual de valores.

<sup>5</sup> O INE define “residentes” como as pessoas que vivem no seu local de residência habitual por um período contínuo de pelo menos 12 meses anteriores ao momento da observação.

<sup>6</sup> O INE define “presentes” como as pessoas que no momento da observação (zero horas do dia de referência) se encontram numa unidade de alojamento, mesmo que aí não sejam residentes, ou que, mesmo não estando presentes, lá cheguem até às 12 horas desse dia. O dia de referência ou momento censitário é o dia 21 de Março de 2011.

<sup>7</sup> O INE define “edifícios clássicos” como um edifício cuja estrutura e materiais empregues tem um carácter não precário e duração esperada de pelo menos 10 anos.

<sup>8</sup> O INE define “alojamentos” como Local distinto e independente que, pelo modo como foi construído, reconstruído, ampliado, transformado ou está a ser utilizado, se destina a habitação com a condição de não estar a ser utilizado totalmente para outros fins no momento de referência: por distinto entende-se que é cercado por paredes de tipo clássico ou de outro tipo, é coberto e permite que uma pessoa ou grupos de pessoas possa dormir, preparar refeições ou abrigar-se das intempéries separado de outros

- **Densidade de alojamentos no edificado:** A razão entre o subcritério *número de alojamentos* pelo subcritério *número de edifícios*. De referir que estes números foram resultado da estimativa.

### 3.1.3 Ponderação dos critérios de vulnerabilidade e exposição

A ponderação de critérios consiste na atribuição de pesos a cada critério e subcritério, sendo que o peso indica a sua importância em relação a outro critério ou subcritério de avaliação considerado. Assim, quanto maior o peso de um critério, maior a sua importância para a avaliação global, ou neste caso, para o índice global.

- Para a atribuição dos pesos utilizou-se a técnica *escala de comparação* par-a-par de Saaty, (1990). Nesta técnica atribui-se valores de importância relativa de um critério sobre o outro. Saaty, (1990) utiliza uma escala que varia entre 1 e 9, no entanto nesta dissertação utilizou-se uma escala de 1 a 5 para facilitar a o processo de classificação. Na Tabela 12 pode-se observar a forma de classificação designada por matriz comparativa.
- Depois de realizar a matriz de comparação, é necessário normalizar a matriz. Esta normalização é feita pela divisão de cada valor da célula pelo total da coluna, obtendo-se a matriz de comparação normalizada.

Tabela 12 – Escala de relativa importância (adaptado de Saaty, (1990))

Escala de importância	Avaliação numérica	Recíproco
“Fortemente” importante	5	1/5
(valor intermédio)	4	¼
Mais importante	3	1/3
(valor intermédio)	2	½
Igualmente importante	1	1

- Para determinar a ponderação de cada critério é necessário calcular o vetor de Eigen. Este vetor apresenta os pesos relativos entre os critérios através da média aritmética dos valores de cada um dos critérios, i.e. deve-se calcular a média dos elementos em cada

---

membros da coletividade; por independente entende-se que os seus ocupantes não têm que atravessar outros alojamentos para entrar ou sair do alojamento onde habitam”.



linha da matriz normalizada, dividindo a soma dos valores normalizados de cada linha pelo número de critérios. O resultado é a ponderação dos critérios.

- Depois de se ponderar os critérios deve-se estimar a consistência das relações para averiguar se as comparações são consistentes, i.e. se há coerência entre as relações. Assim, procede-se a determinação do vetor soma. Este vetor é calculado através da multiplicação do peso de cada critério pelos valores correspondentes na matriz de comparação, seguido do somatório destes valores em cada linha.
- A seguir, determina-se o vetor de consistência pela divisão do vetor soma ponderado pelos pesos dos critérios.
- De seguida calcula-se  $\lambda$ , através da média aritmética do vetor consistência, por forma a se poder determina o índice de consistência (IC).

Equação 2 – Índice de Consistência

$$IC = \frac{\lambda - n}{n - 1}$$

, em que  $n$  é o número de critérios avaliados.

- O índice de consistência é determinado através da equação 2
- Para concluir deve-se calcular a razão de consistência (RC), por forma a se verificar a coerência do julgamento dos especialistas na comparação par-a-par. O RC é calculado através da equação 1

Equação 1 – Razão de Consistência

$$RC = \frac{IC}{IR}$$

- Se o RC for menor que 0,1, então as relações são consistentes. Se RC for maior ou igual a 0,1, então as relações são inconsistentes.
- O índice randómico médio (IR) é atribuído consoante o número de critérios considerados conforme figura 3.1 .

Ordem da matriz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Índice randômico médio	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Figura 3.1 – Identificação do índice randômico médio. (Fonte: Saaty, 1991; Rafaeli & Muller, 2007)

Na atribuição de pesos a cada critério e subcritério deve-se utilizar a opinião de especialistas de diferentes áreas científicas para que seja seguida uma análise multidisciplinar. Contudo, nesta análise utilizou-se apenas a opinião do autor e coorientador desta dissertação, quando o ideal seria ter várias opiniões de peritos. Caso as relações dos especialistas ou peritos estejam consistentes procede-se à média geométrica das ponderações dos critérios, obtendo-se a ponderação final.

### 3.1.4 Obtenção dos índices de vulnerabilidade, exposição e risco

O cálculo dos índices de exposição e vulnerabilidade foram obtidos através da soma dos respetivos critérios já ponderados. A obtenção dos índices foi realizada com o *software ArcGis* e *Excell*. Para tal procedeu-se os seguintes passos:

- Foram mapeados na área de estudo os diferentes critérios em dados vetoriais e classificou-se os mesmos pelo método já referido anteriormente no capítulo 3.1.1 *Identificação dos critérios de vulnerabilidade* nesta dissertação;
- Conversão destes dados vetoriais para *raster* (ferramenta *Feature to Raster*), para que possam ser analisados matricialmente. Na Figura 3.2 e na figura 3.3 pode-se observar o modelo utilizado na conversão dos dados de vulnerabilidade e de exposição, respetivamente. Ao convertermos os ficheiros vetoriais em *raster*, transferimos a informação da classificação dos critérios do ficheiro vetorial para o ficheiro *raster*.

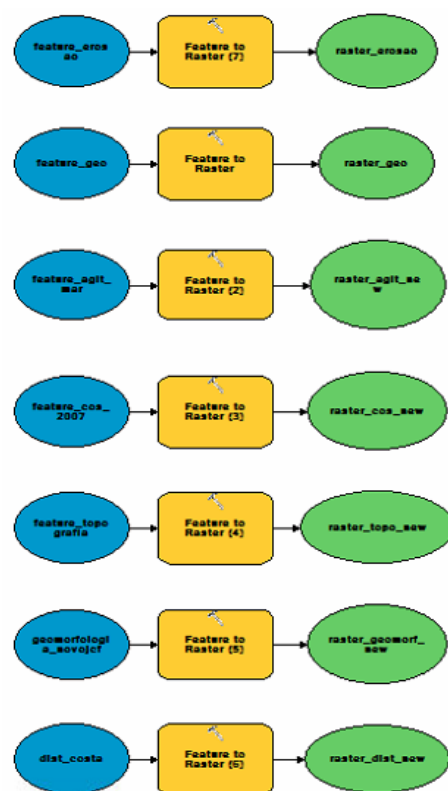


Figura 3.2– Modelo da conversão dos ficheiros vetoriais em ficheiros *raster*, referentes ao índice de vulnerabilidade com o *software ArcGis*.

- Conversão do valor dos pixéis (ficheiro *raster*) no valor da classificação dos critérios (ferramenta Reclassify) – É necessária fazer esta reclassificação para que o valor da classificação dos critérios sejam transferidos para o valor do *raster*. Esta reclassificação é necessária para a posterior utilização da ferramenta *Raster Calculator* que utiliza os valores do *raster*. Na figura 3.5 e na figura 3.4 pode-se observar o modelo de reclassificação utilizado para os critérios do índice de vulnerabilidade e do índice de exposição, respetivamente;

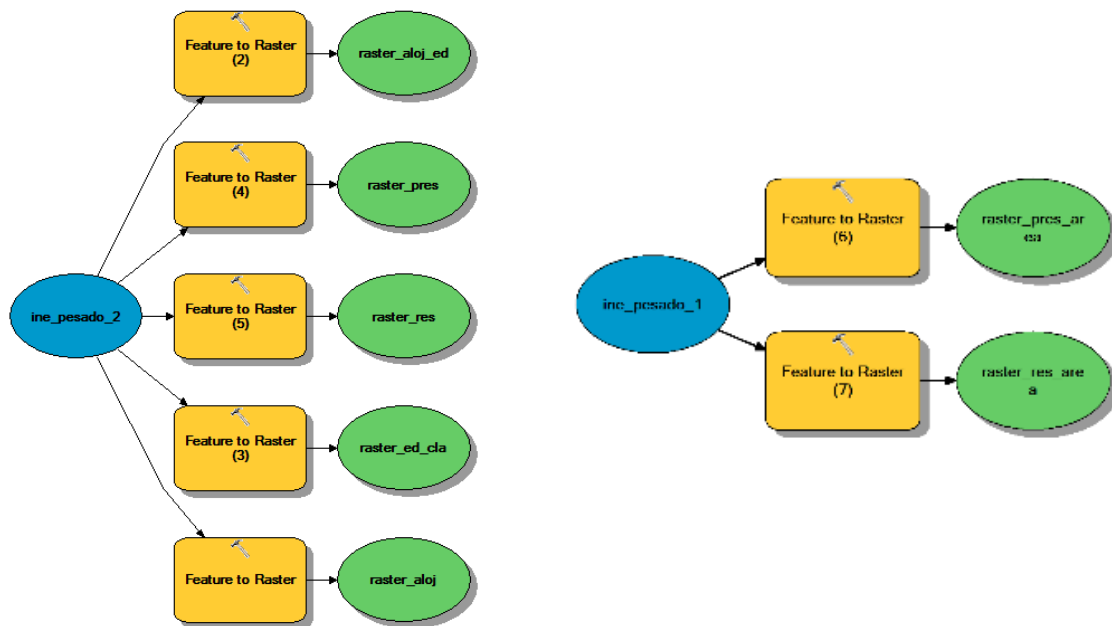


Figura 3.3 – Modelo da conversão dos dados vetoriais para dados *raster* referentes ao índice de exposição, com o *software* ArcGis.

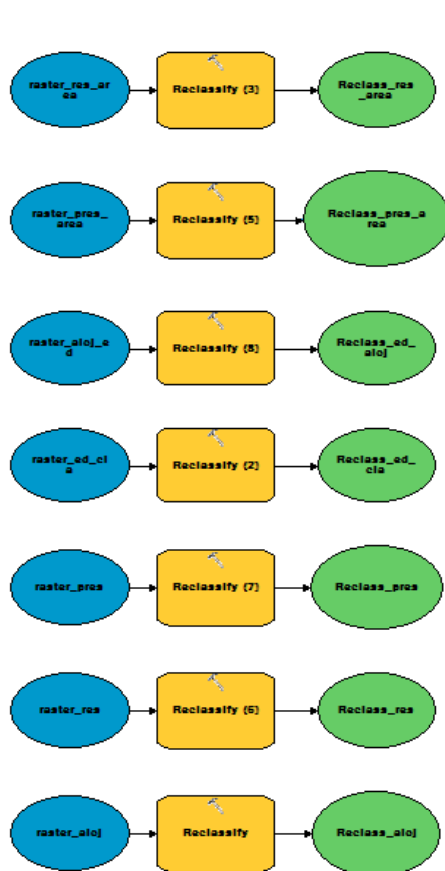


Figura 3.4 – Modelo de reclassificação de dados para os critérios de exposição.

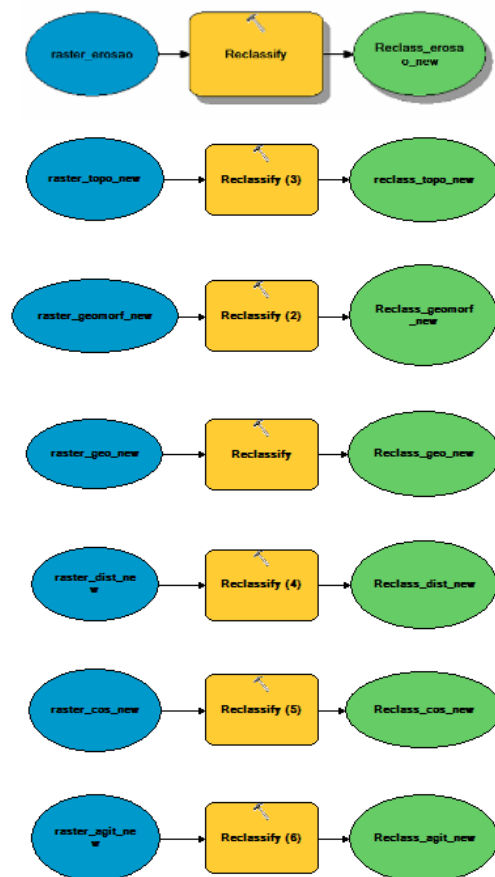


Figura 3.5 – Modelo da reclassificação de dados para os critérios de vulnerabilidade.

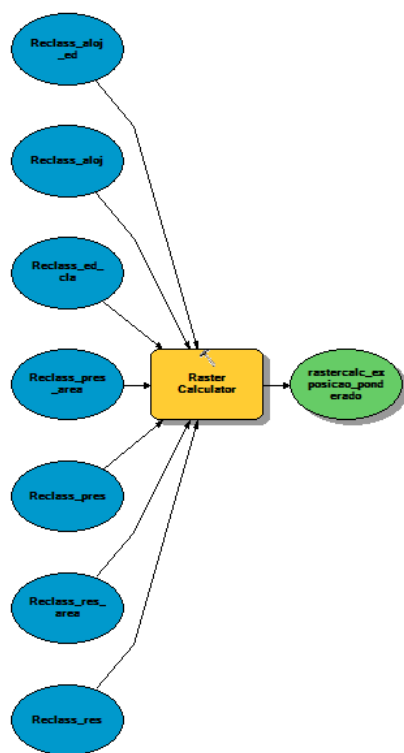


Figura 3.6 - Modelo de utilização do *Raster Calculator* para a obtenção do índice global de exposição

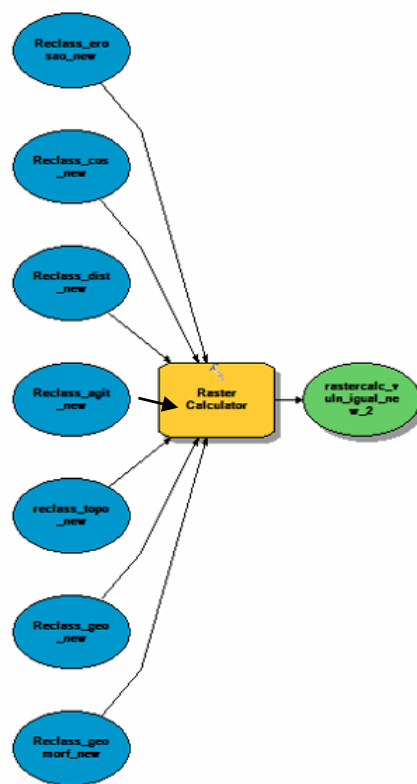


Figura 3.7 – Modelo de utilização do *Raster Calculator* para a obtenção do índice global de vulnerabilidade

*Equação 3- Índice global de vulnerabilidade*

*Índice de Vulnerabilidade*

$$= \text{erosão} \times p + \text{dist} \times p + \text{topo} \times p + \text{geo} \times p + \text{geomorf} \times p + \text{agit} \times p + \text{artif} \times p$$

Onde,

erosão – Subcritério taxa de erosão

dist – Subcritério distância à linha de costa

topo – Subcritério topografia

geo – Subcritério geologia

geomorf – Subcritério geomorfologia

artif – Subcritério artificialização do solo

p – ponderação atribuída ao subcritério

*Equação 4 – Índice global de exposição*

*Índice de Exposição*

$$= \text{res} \times p + \text{pres} \times p + \frac{\text{res}}{\text{area}} \times p + \frac{\text{pres}}{\text{area}} \times p + \text{ed\_cla} \times p + \text{aloj} \times p + \frac{\text{aloj}}{\text{ed\_cla}} \times p$$

Onde,

res – Subcritério número de residentes no local de estudo

pres – Subcritério número de presentes no local de estudo

res/área – Subcritério densidade de residentes na subseção incluída no local de estudo

pres/área – Subcritério densidade de presentes na subseção incluída no local de estudo

ed cla – Subcritério número de edifícios clássicos no local de estudo

aloj – Subcritério número de alojamentos no local de estudo

aloj/ed\_cla – Subcritério densidade de alojamentos no edificado

p – ponderação atribuída ao critério ou subcritério

- Obtenção do índice global de vulnerabilidade e exposição através do cruzamento de valores referentes a cada critério, com a respetiva ponderação<sup>9</sup>, (ferramenta *Raster Calculator*) – Esta ferramenta sobrepõe a informação contida em cada pixel do *raster* através de uma operação matemática, neste caso somou-se o valor ponderado de cada critério, obtendo-se assim um índice global (equação 3 e equação 4). Na figura 3.6 e na figura 3.7 pode-se observar o modelo de reclassificação de dados dos índices de vulnerabilidade e exposição, respetivamente. Este método de

<sup>9</sup> Cada critério é ponderado de acordo com a sua importância no respetivo índice. A ponderação atribuída pode ser observada no Anexo 7.11 "MÉDIA DAS PONDERAÇÕES REALIZADAS PELOS ESPECIALISTAS DOS CRITÉRIOS TOTAIS"

obtenção de índices através da soma ponderada dos critérios foi utilizada por Yin, Yin, Wang, & Xu, (2012).

A classificação do índice de risco pode ser obtida através da matriz de classificação do risco (tabela 13) que cruza a informação do índice de vulnerabilidade e exposição (Coelho C. D., 2005; Raposeiro & Ferreira, 2011). Para tal, procedeu-se à:

- Conversão dos ficheiros *raster* dos índices de vulnerabilidade e exposição (resultantes do *Raster Calculator*) para ficheiros vetoriais (ferramenta *Raster to Polygon*);
- Interseção dos dois ficheiros vetoriais dos índices (ferramenta *Intersect*), com o objetivo de se obter um ficheiro com a informação dos dois índices;
- Seleção das diferentes combinações de pares de classificação de índices (ferramenta *Select by Atributs*)
- Reclassificação das seleções obedecendo à matriz de classificação do risco da tabela 13 (ferramenta *Field Calculator*), resultando um ficheiro com o índice global de risco.

Tabela 13 – Matriz de classificação do risco

		Índice de Exposição					Índice de Risco	
Índice de vulnerabilidade		Muito baixo (1)	Baixo (2)	Médio (3)	Elevado (4)	Muito elevado (5)	Muito elevado V	
	Muito baixo (1)	I	I	I	II	III	Elevado IV	
	Baixo (2)	I	I	II	III	IV	Moderado III	
	Médio (3)	I	II	III	IV	V	Baixo II	
	Elevado (4)	II	III	IV	V	V	Muito Baixo I	
	Muito elevado (5)	III	IV	V	V	V		

### **3.2 Análise de custos de estratégias de adaptação**

Para evitar gastos desnecessários e minimizar as perdas económicas é aconselhável a análise integrada das estratégias de adaptação e dos custos associados. Assim, na presente dissertação irá ser efetuada uma análise de custos das estratégias de adaptação. O local selecionado para esta análise é a Praia do Furadouro em Ovar (figura 3.9), localizado na *célula sedimentar 1b*. A Praia do Furadouro foi escolhida visto ser uma zona com elevada erosão costeira, com frequentes galgamentos nos últimos anos e que perante acontecimentos extremos de temporais ocorrem perdas de bens e património. No relatório de registos de ocorrências do litoral APA, (2014) referente ao temporal de 3 a 7 de Janeiro de 2014 refere-se que o Furadouro foi uma das zonas do litoral continental onde os fenómenos erosivos, de galgamento e inundação tiveram particular expressão.

A análise de custos das estratégias de adaptação é realizada a médio prazo (50 anos) com o objetivo de se comparar as diferentes estratégias. As estratégias analisadas são a defesa/proteção, acomodação e realocização. Considera-se o ano de 2014 como o ano inicial ou ano 0.

Esta praia é constituída por defesas aderentes longitudinais (figura 3.10), 2 esporões (figura 3.11), e dunas artificiais (figura 3.12).





Figura 3.9 – Local de estudo, Praia do Furadouro, Ovar. (Fonte: APA, 2014)

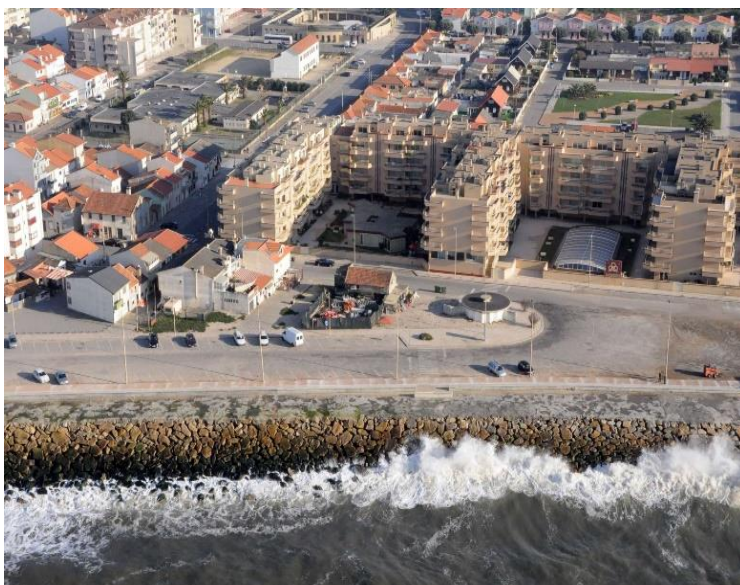


Figura 3.10 – Fotografia aérea da defesa aderente longitudinal da área de estudo (Praia do Furadouro) (Fonte: APA, 2014)



Figura 3.11 – Fotografia aérea dos esporões do local de estudo (Praia do Furadouro) (Fonte: APA, 2014)



Figura 3.12 – Fotografia aérea das dunas artificiais do local de estudo (Praia do Furadouro) (Fonte: APA, 2014).



### 3.2.1 Defesa/Proteção

Para o cálculo dos custos de defesa e proteção utilizou-se os valores dos custos de manutenção do Roebling, Coelho, & Reis, (2011), observáveis na figura 3.13, particularmente o custo de manutenção dos esporões e revestimento longitudinal. Para o custo das dunas artificiais utilizou-se os dados de Maia, Bernardes, & Alves, (2015), observáveis na figura 3.14. Nesta análise considerou-se que a estratégia de

Defense intervention	Investment costs (€)	Maintenance costs (€)
Groin	10,000/m	2,000/m (yr3,6,...)
Longitudinal revetment	8,000/m	1,800/m (yr3,6,...)
Artificial nourishment	6/m <sup>3</sup>	-

Figura 3.13 – Custos (em 2000€) de investimento e manutenção de intervenções de defesa costeira na zona centro portuguesa. (Fonte: Roebling, Coelho, & Reis, 2011)

Sand dyke <sup>b</sup>	Investment costs	867 €/m
	Maintenance costs (yr 3,6 ...)	867 €/m

Figura 3.14 – Valor do custo (em 2012€) da obra de defesa costeira dique de areia na zona sul da praia da Vagueira (Fonte: Maia, Bernardes, & Alves, 2015).

defesa iria ser mantida conforme tem sido nesse local, efetuando manutenções nas estruturas de defesa existentes.

Uma vez que os custos não estão atualizados, fez-se a conversão tendo como base o índice de preço no consumidor (média anual) de Portugal Continental do Instituto Nacional de Estatística (INE, 2015). Na tabela 14 pode-se observar os custos de manutenção já atualizados para 2014 das obras de defesa.

Tabela 14 - Custos de manutenção (em 2014€) de obras de defesa

Obra de defesa	Custo de manutenção (€/m)
Esporão	2709,30
Revestimento longitudinal	2438,37
Proteção de areia	866,56

Para a obtenção do custo (€) das obras, ao longo do tempo, é necessário multiplicar-se os comprimentos das obras (m) pelo custo da manutenção por unidade de comprimento (€/m), ao longo do tempo. Para este cálculo foi considerada uma inflação de 3%. Os comprimentos das obras de defesa foram medidos com o auxílio do *software ArcGis*. Considerou-se que os trabalhos de manutenção são realizados de 5 em 5 anos.

### 3.2.2 Acomodação

Considerou-se que o custo da acomodação do edificado seria 30% do custo de construção de um edifício com a mesma área no concelho de Ovar e que o número de edifícios e a respetiva área manter-se-iam constantes ao longo do tempo. Para o custo de construção considerou-se os valores, unitários por metro quadrado do preço de construção, para cálculo da renda condicionada, publicados na Portaria n.º 353/2013, nos termos e efeitos do Decreto-Lei n.º 13/86, de 23 de janeiro (alterado pelo DL n.º 329-A/2000, de 22 de dezembro).

Tabela 15 – Tipo de edifício identificado na área de estudo (Praia do Furadouro)

Tipo de edifício	Descrição
Anexo precário	Barracas, edifícios pré-fabricados, edifícios de carácter precário.
Ed. Apoio	Garagens, edifícios comerciais, de recreação e lazer
Ed. Degradação	Edifícios desabitados em condição muito precária
Ed. Particular	Edifícios principalmente residenciais

Tabela 16 – tipo de atividade dos edifícios identificados na área de estudo (Praia do Furadouro)

Atividade
Comércio
Balnear
Desporto
Hotel
Particular

As áreas úteis dos edifícios foram calculadas com o produto da área superficial do edifício pelo respetivo número de pisos. A área superficial foi calculada com o auxílio do *software ArcGis*, através da criação de polígonos do delineamento cartográfico dos edifícios. Nos polígonos foram identificados o tipo de edifício (tabela 15), a sua atividade (tabela 16) e o número de pisos, com o auxílio do Google Earth e das fotografias disponibilizadas pela APA.

Para o cálculo do custo de acomodação não se consideraram os edifícios em degradação nem os anexos precários.

No cálculo dos custos de manutenção ao longo do tempo, considerou-se uma inflação de 3%. Considerou-se que os trabalhos de acomodação seriam de 25 em 25 anos.

### **3.2.3 Acomodação + Defesa/proteção**

Conforme referido, por questões relacionadas com a duração da elaboração da dissertação, considerou-se apenas um local de estudo, a Praia do Furadouro, uma zona com risco muito elevado de erosão e galgamento costeiro. Assim, deve ser considerada uma estratégia mista de defesa/proteção e acomodação para se obter uma solução que aumente a resiliência da comunidade costeira, defendendo o edificado, mantendo a manutenção das obras de defesa com o objetivo de diminuir ou manter o risco de erosão e galgamentos costeiros. Assim, aos custos da acomodação juntam-se os custos da estratégia de defesa e proteção. Esta opção de uma estratégia mista deveu-se ao facto de não ser coerente aumentar apenas a resiliência dos edifícios em zonas de risco muito elevado e não se tomar medidas de defesa e proteção.

### **3.2.4 Relocalização**

No cálculo dos custos da estratégia de relocalização considerou-se o custo de construção por metro quadrado, já abordado no capítulo 3.2.2 e considerou-se o custo de demolição.

No cálculo do custo de construção não se consideraram os edifícios em degradação nem os anexos precários, uma vez que não são sujeitos à relocalização.

O custo de demolição foi realizado no *website* de CYPE Ingenieros, S.A., (2015). Este cálculo tem em consideração os pisos e altura acima e abaixo da rasante, a área da superfície total, o tipo de estrutura a demolir, o estado de conservação, o tipo de demolição e o tipo de edifício (isolado, geminado ou em banda).

Em termos gerais considerou-se: que os edifícios não tinham pisos abaixo da rasante; cada andar tem 3 metros; o tipo de demolição foi realizado com escavadora rotativa sobre correntes com tesoura, pois é geralmente utilizada para demolições de média/grande escala; os edifícios estariam isolados, pois mesmo não sendo o caso, pouco importa se tem edifícios adjacentes, pois serão igualmente demolidos. Na tabela 17 pode-se observar os pressupostos não gerais utilizados para o cálculo do custo de demolição.

O custo da demolição inclui a remoção do entulho para aterro autorizado e limpeza final, mas não inclui taxa por entrega de resíduos a operador licenciado de gestão de resíduos.

Tabela 17 – Pressupostos utilizados no cálculo do custo de demolição consoante o tipo de edifício

<b>Tipo de edifício</b>	<b>Tipo de estrutura a demolir</b>	<b>Estado de conservação</b>
Anexo precário	alvenaria	ruinoso
Ed. Apoio	alvenaria	normal
Ed. Degradação	alvenaria	ruinoso
Ed. Particular	betão	normal

## **4 Exposição, Vulnerabilidade e Risco de Erosão e Galgamento no Litoral Continental Português. Estratégias de Adaptação e Custos**

---

### **4.1 Mapas dos critérios e subcritérios**

Ao identificarem-se os critérios e subcritérios de vulnerabilidade e exposição procedeu-se ao mapeamento dos mesmos ao longo da área de estudo, i.e. de Caminha a Vila Real de Stº António, numa faixa que vai desde a batimétrica -10m a uma distância de 200m da linha de costa para o interior do continente. Estes mapas de critérios do litoral continental não serão apresentados na presente dissertação, pois para serem perceptíveis seria necessário um elevado número de mapas. Apenas serão apresentados os mapas do local de estudo da análise de custos das estratégias de adaptação.

### **4.2 Índices de vulnerabilidade, exposição e risco**

Neste capítulo analisaremos os mapas com os resultados dos índices de vulnerabilidade, exposição e risco. Os mapas foram divididos sensivelmente por células sedimentares conforme divisão realizada pelo GTL, (2014).

Os índices estão divididos em 5 categorias de cores em que o verde-escuro indica um índice “muito baixo”, o verde-claro indica um índice “baixo”, o amarelo indica um índice “moderado”, o laranja indica um índice elevado e o vermelho indica um índice “muito elevado”.

Neste capítulo são apresentados os mapas de índices resultados da ponderação dos critérios dos especialistas. A ponderação dos critérios de vulnerabilidade podem ser observados nos anexos 7.3 e 7.4. A ponderação dos critérios de exposição podem ser observados nos anexos 7.5, 7.6, 7.7, 7.8, 7.9 e 7.10. A média das ponderações dos especialistas utilizadas para a produção dos mapas de exposição e vulnerabilidade e que servem de base para a produção do mapa de risco podem ser observadas no anexo 7.11

Para uma visualização mais pormenorizada dos mapas, dividiu-se as células sedimentares por zonas. As zonas das células sedimentares serão apresentadas no mapa pela ordem de norte para sul.

De referir que poderão haver disfunções de cálculo sendo exemplo a ocorrência de zonas com risco muito elevado, mesmo não tendo habitações. Esta situação em concreto deve-se ao facto dos cálculos dos critérios de densidade populacional residente e presente terem em consideração as

subsecções e os números do INE sem atender que, por vezes a área intersectada para as faixas de estudo não têm de facto qualquer edificado.

Os mapas do índice de exposição não têm uma faixa homogénea, pois as subsecções não têm todas a mesma área e estão consideradas todas as subsecções que intersectam com a faixa de estudo.

#### **4.2.1 Índices da célula sedimentar 1a**

A *célula sedimentar 1 a* está compreendida entre Caminha e a foz do rio Douro. Na figura 4.1 pode-se observar o mapa do índice de vulnerabilidade ponderado para esta célula sedimentar. Comparando à escala nacional esta célula não é muito vulnerável. A única zona com vulnerabilidade muito elevada é na zona adjacente à foz do rio Cávado em Fão.

Na figura 4.2 pode-se observar que a área de estudo abrangida nesta célula tem uma exposição muito elevada, principalmente a sul de Esposende. Este índice é resultado da elevada densidade populacional existente nesta faixa costeira. As zonas com elevada exposição são: Fontela, Santana, Vila Praia de Âncora, Gelfa, Montedor, Viana do Castelo, Amorosa, Sendim de Baixo, Esposende, Fão, Apúlia, e na área compreendida entre Codixeira e Matosinhos.

O mapa com o índice de risco pode ser observado na figura 4.3. Conforme se pode observar, esta célula sedimentar está com risco muito elevado de erosão, galgamento e inundação costeira. Das zonas com risco muito elevado destacam-se: Santana, Montedor, Amorosa, Sendim de Baixo, Esposende, Fão, Apúlia, Codixeira, Santo André de Baixo, Caturela, Póvoa de Varzim, Vila do Conde, Granja e na zona compreendida entre Areia e Lavra. A *célula sedimentar 1 a* está sob elevado risco, principalmente devido à intensa ocupação humana.



## Índice de Vulnerabilidade

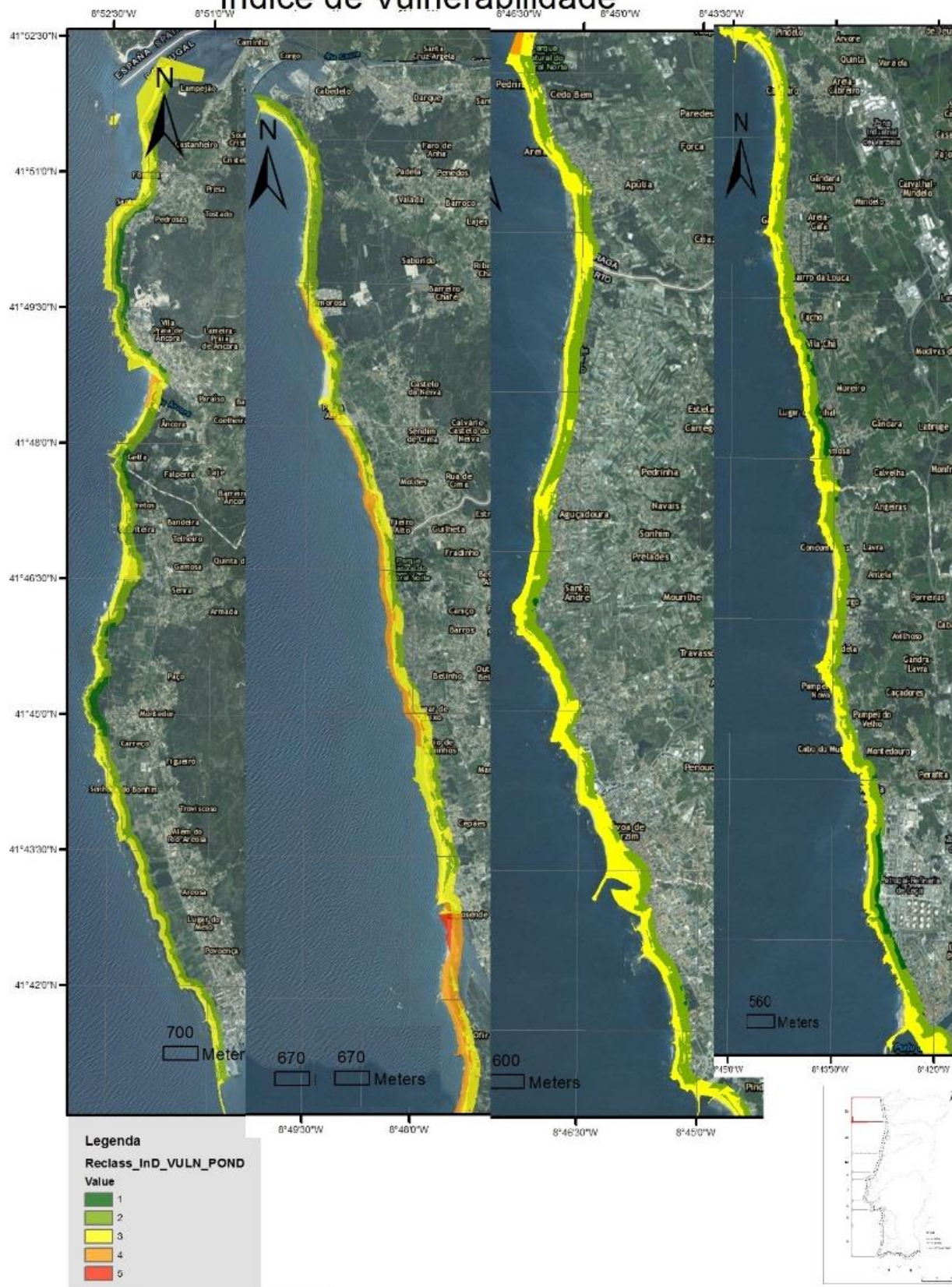


Figura 4.1 – Mapa do índice de vulnerabilidade ponderado da *célula sedimentar 1 a*.



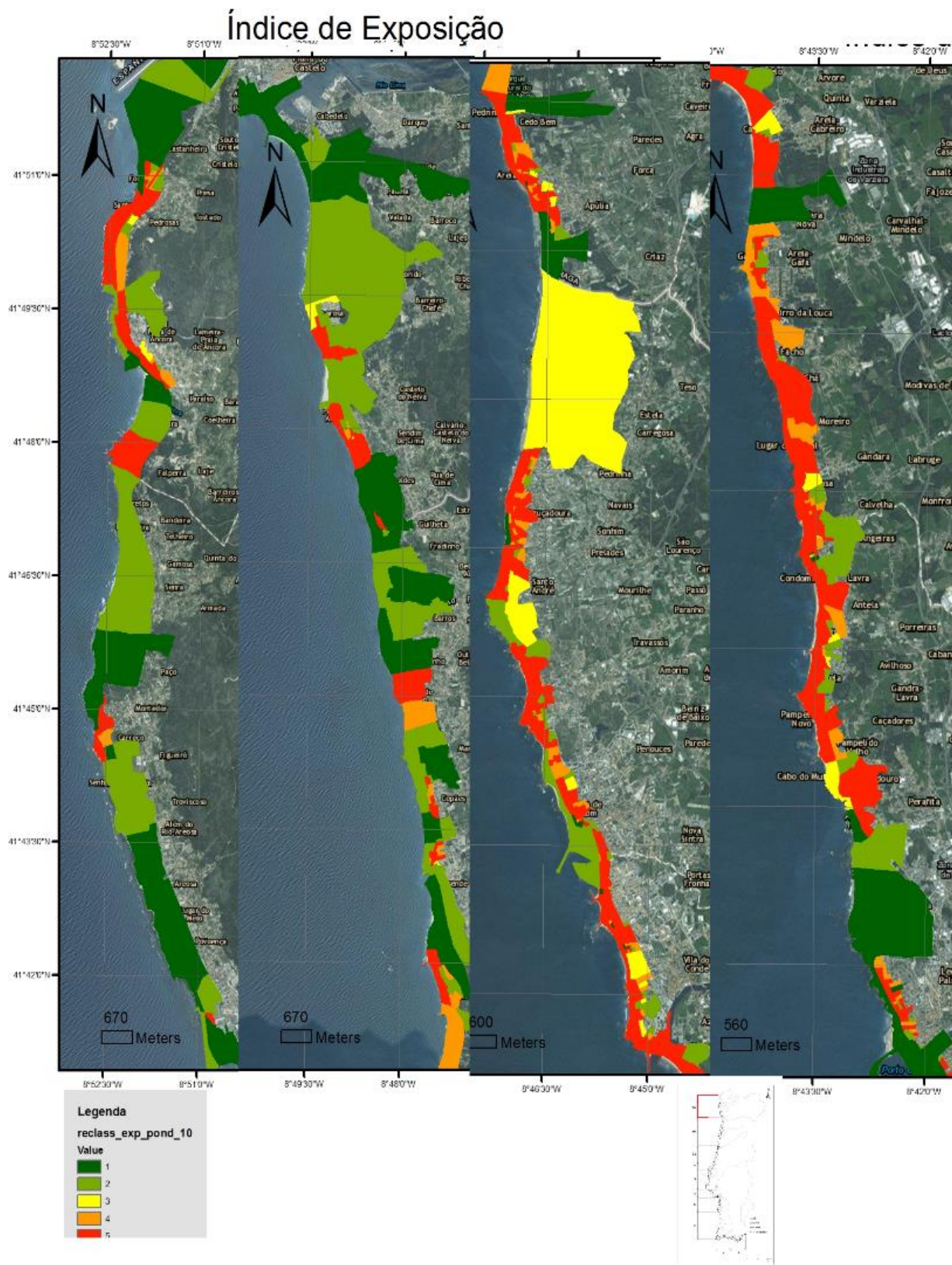


Figura 4.2 – Mapa do índice de exposição (ponderado) da célula sedimentar 1 a.



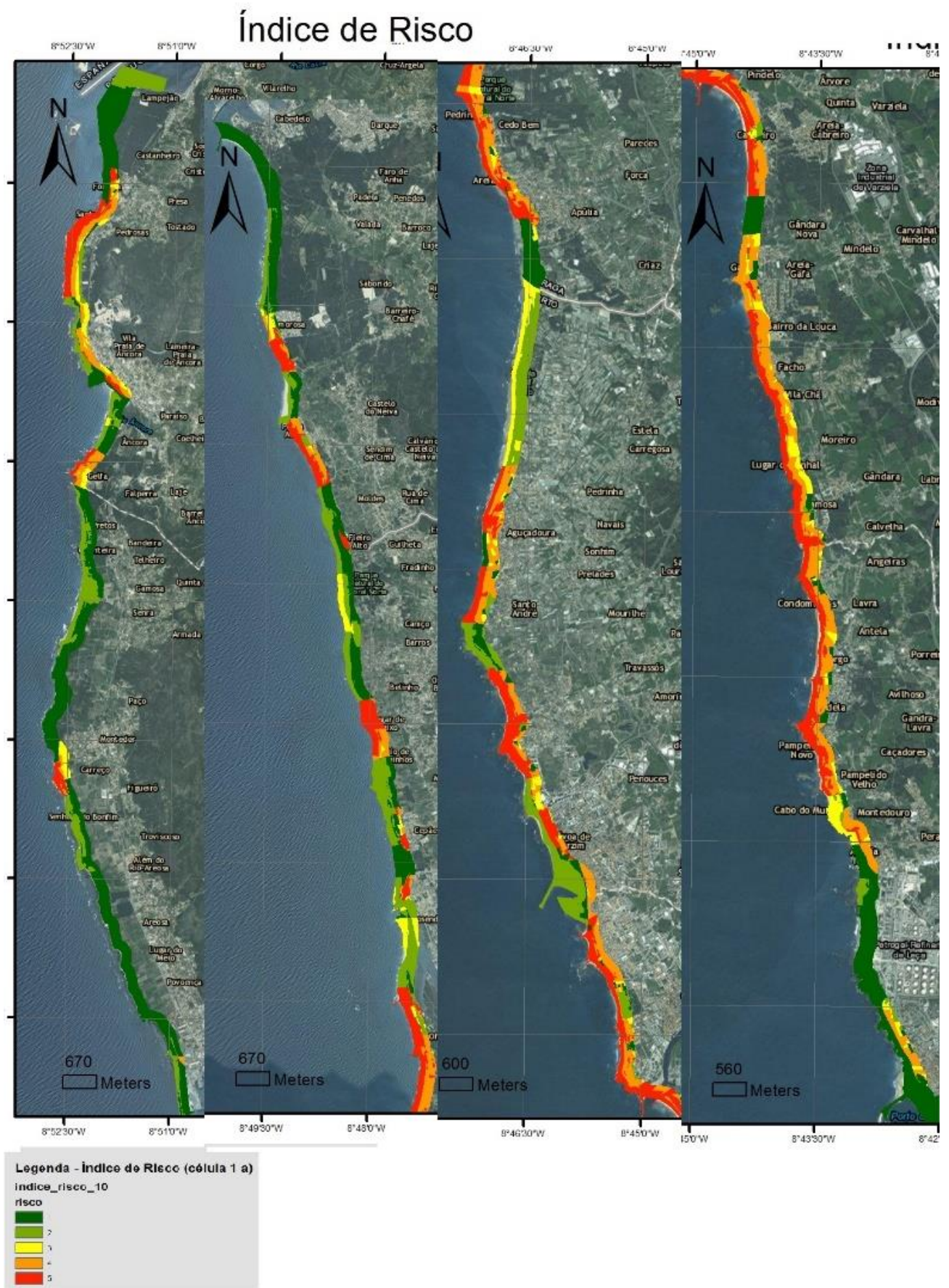


Figura 4.3 – Mapa do índice de risco da célula sedimentar 1 a.

#### **4.2.2 Índices da *célula sedimentar 1b***

O mapa com o índice de exposição (ponderado) pode ser observado na figura 4.4. Esta célula já é menos pressionada pela ocupação humana, quando comparada com a *célula 1 a*, no entanto ainda tem um índice de exposição significativo quando comparado à escala nacional, principalmente a zona mais a norte da célula. As zonas com o índice de exposição muito elevado situam-se entre Vila Nova de Gaia) e Espinho e nos lugares de Paramos, Praia, Praia de Cortegaça, Furadouro, Torreira, Praia da Barra, Costa Nova do Prado, Praia da Vagueira, Praia de Mira, Praia da Tocha, Praia de Quiaios, Murtinheira, Vais e Buarcos.

O mapa com o índice de vulnerabilidade pode ser observado na figura 4.5. As zonas com o índice de vulnerabilidade muito elevado situam-se na área compreendida entre Praia e Carregal e na área compreendida entre a Praia da Barra e a Praia de Mira (exclusive), sendo que esta última área está quase na totalidade com um índice de vulnerabilidade muito elevado. Esta célula sedimentar sofre de elevada erosão nestas duas áreas. Aliado a outros critérios com vulnerabilidade muito elevada, faz com que o índice global de vulnerabilidade nesta célula seja tão elevado.

O índice de risco pode ser observado na figura 4.6. Comparando o mapa de vulnerabilidade e o mapa de risco verifica-se que todas as zonas muito vulneráveis, são também zonas em risco e isto deve-se ao facto destas zonas com elevada vulnerabilidade serem também habitadas e, portanto, com exposição significativa. As zonas em risco muito elevado são: Vila Nova de Gaia, Arcozelo, São Félix da Marinha, Espinho, Paramos, Praia, Praia de Cortegaça, Furadouro, Praia da Barra, Costa Nova do Prado, Praia da Vagueira, Barra de Mira, Praia de Mira e Murtinheira.

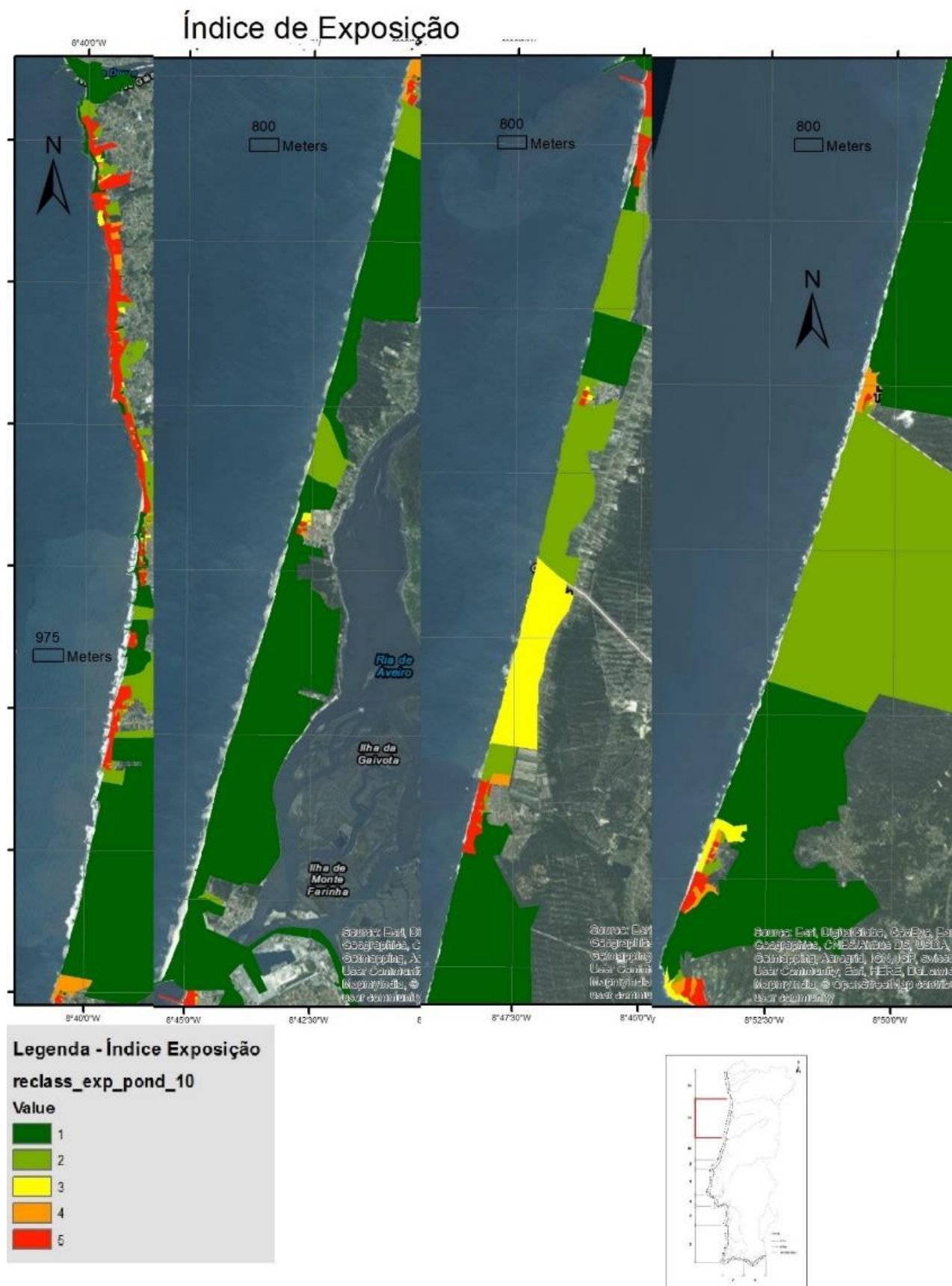


Figura 4.4 – Mapa do índice de exposição (ponderado) da célula sedimentar 1b.







#### **4.2.3 Índices da célula 1c**

O mapa do índice de exposição da célula 1c a respetiva localização em Portugal continental podem ser observados na figura 4.7. Nesta célula podem-se encontrar pequenos aglomerados com exposição muito elevada ao longo do litoral, como é o caso de Vais, Buarcos, Cova, Costa de Lavos, Leirosa, Pedrogão, Praia da Vieira, S. Pedro de Moel, Pedra Douro, Paredes da Vitória, Mina, Vale Furado e Légua.

O mapa com o índice de vulnerabilidade pode ser observado na figura 4.8. Esta célula sedimentar é na sua generalidade pouco vulnerável. No entanto o índice é muito elevado na zona compreendida entre a foz do rio Mondego e Leirosa.

Na figura 4.9 pode-se observar o mapa do índice de risco. Apesar desta célula sedimentar não ter uma vulnerabilidade muito significativa, existem várias zonas com risco muito elevado. Isto deve-se ao facto de serem zonas com o índice de exposição elevado. As zonas com risco muito elevado são a Cova, Costa de Lavos, Leirosa, Praia da Vieira, S. Pedro de Moel, Pedra D'Ouro, Paredes da Vitória e Mina.





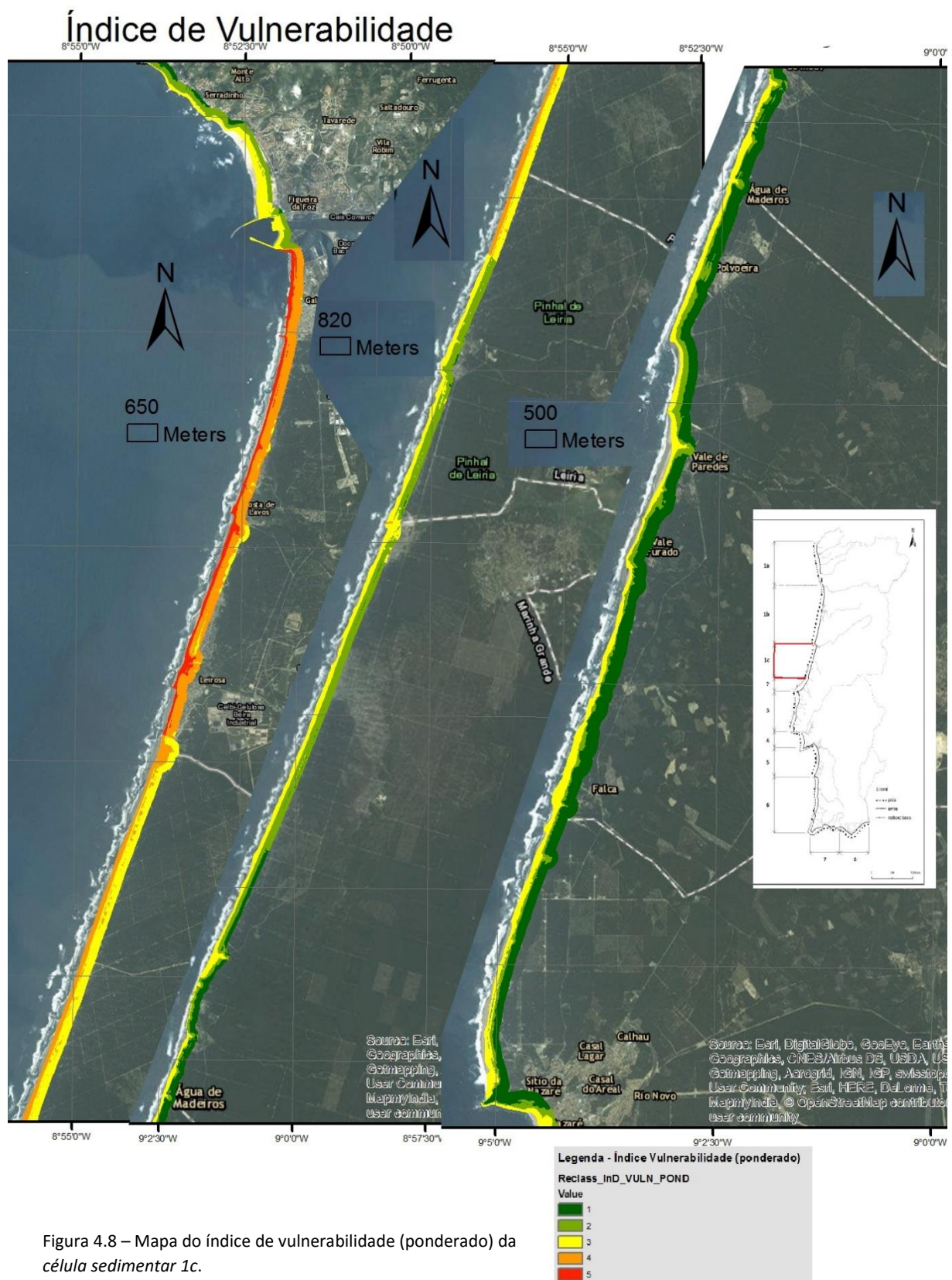


Figura 4.8 – Mapa do índice de vulnerabilidade (ponderado) da célula sedimentar 1c.



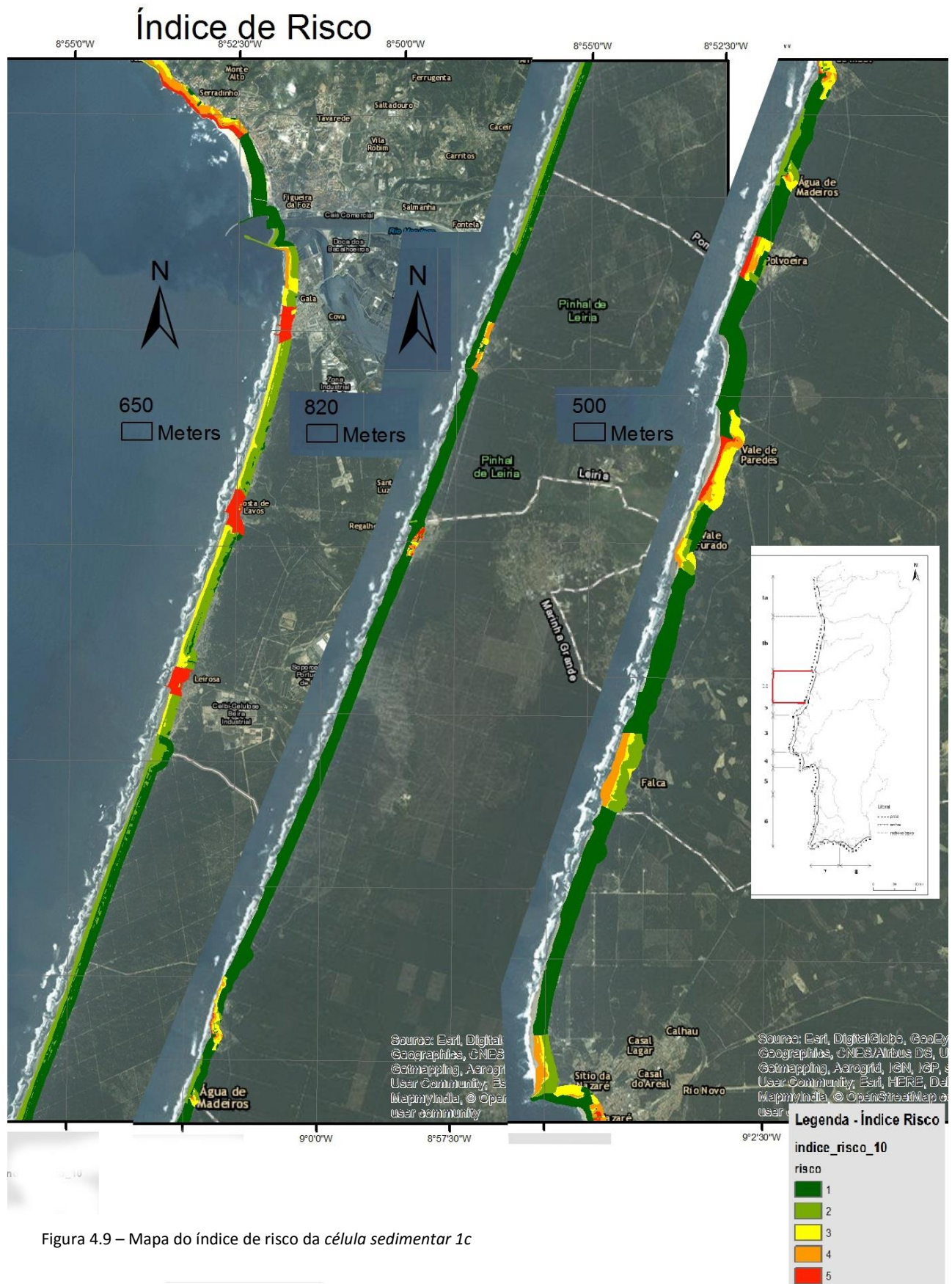


Figura 4.9 – Mapa do índice de risco da célula sedimentar 1c

#### **4.2.4 Índices da *célula sedimentar 2***

O mapa do índice de exposição (ponderado) da célula 2 pode ser observado na figura 4.10. Os aglomerados com o índice de exposição elevado são: Nazaré, São Martinho do Porto, Foz do Arelho, Bom Sucesso, Vale Benfeito, Casais do Baleal e Peniche.

O mapa com o índice de vulnerabilidade (ponderado) pode ser observado na figura 4.11. Esta célula sedimentar é muito pouco vulnerável, sendo que não existe qualquer zona com o índice de vulnerabilidade muito elevado e as únicas zonas com vulnerabilidade elevada são planos de água ou zonas húmidas.

O mapa do índice de risco pode ser observado na figura 4.12. Embora esta célula sedimentar tenha uma vulnerabilidade pouco significativa, existem várias zonas com risco muito elevado. Isto deve-se principalmente porque são zonas com o índice de exposição muito elevado. As zonas com risco muito elevado são Nazaré, São Martinho do Porto, Bom Sucesso, Vale Benfeito, Vele Janelas, Casais do Baleal e Peniche.

Sendo São Martinho do Porto uma baía perfeita e com uma entrada de ondulação muito estreita, não era expectável ocorrer aí risco muito elevado, denotando-se fragilidades no modelo. O modelo poderia ser melhorado com a adição de outros critérios que identificassem este problema. Outra fragilidade do modelo é a classificação de risco muito elevado a norte do Baleal e em Peniche, pois são zonas que não têm tido problemas de erosão costeira.





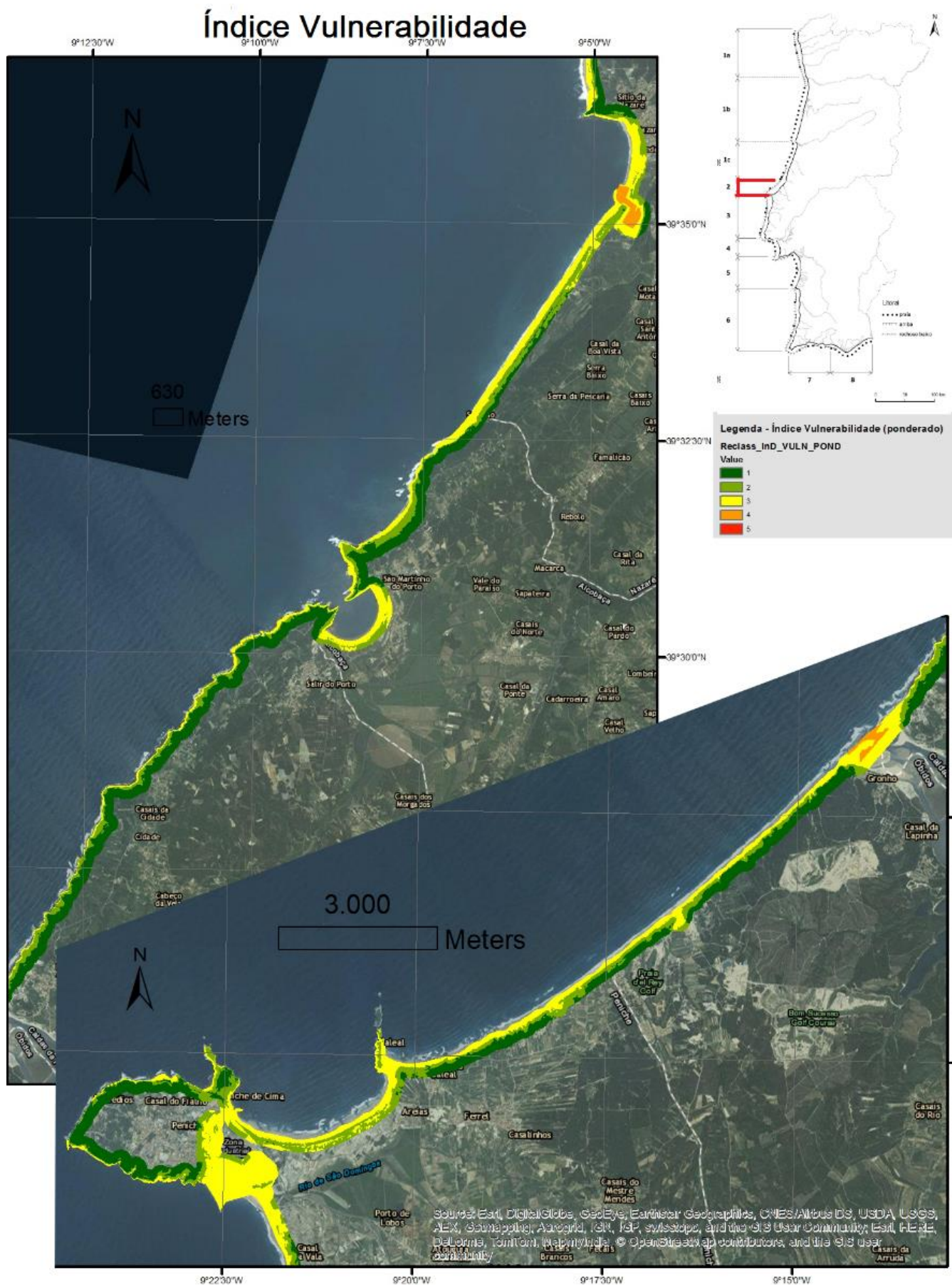


Figura 4.11 – Mapa do índice de vulnerabilidade ponderado da célula sedimentar 2.

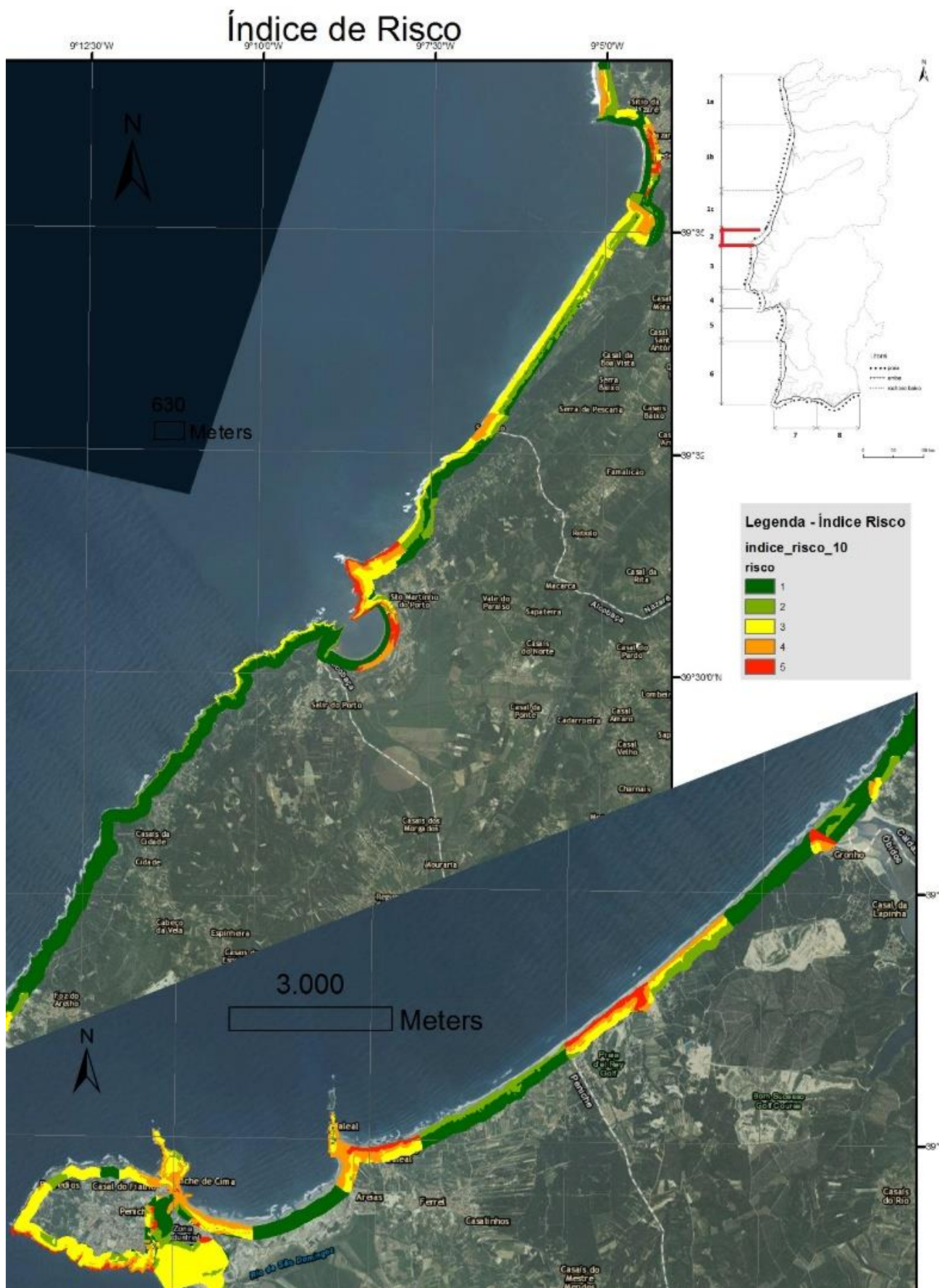


Figura 4.12 – Mapa do índice de risco da célula sedimentar 2.

#### **4.2.5 Índices da *célula sedimentar 3*.**

O mapa do índice de exposição da *célula sedimentar 3* pode ser observado na figura 4.13. Conforme se pode observar no mapa, esta célula é densamente povoada, com exposição significativa. Os lugares com exposição muito elevada são: Peniche, Consolação, São Bernardino, Praia da Areia Branca, Atalaia, Praia de Porto Dinheiro, Santa Cruz, Praia Azul, Foz, Assenta, São Lourenço, Ribamar, Casal Querido, Ericeira, Fonte Boa da Brincosa, Assafora, Magolito, Azenhas do Mar, Praia das Maçãs e Praia Grande.

O índice de vulnerabilidade pode ser observado na figura 4.14. Esta célula é muito pouco vulnerável, sendo que a maioria dos lugares variam entre as classes de vulnerabilidade muito baixa a moderada. As únicas zonas com vulnerabilidade elevada são na Foz, junto à foz do rio Sizandro e junto à foz do rio Grande na praia da Areia Branca.

O índice de risco pode ser observado no mapa da figura 4.15 Esta célula não se encontra excessivamente em risco, mesmo sendo uma zona com elevada densidade populacional e de edificado, não é uma zona vulnerável e por isso é, na sua generalidade, uma zona com classes de risco entre muito baixo a moderado. As zonas de risco muito elevado que se destacam são: Peniche, a Praia da Areia Branca, Atalaia, Santa Cruz, Praia Azul, Foz, Assenta, Ribamar e Praia Grande. De referir que mesmo nestes lugares, as áreas com risco elevado são pouco significativas e sempre muito junto à linha de costa.



# Índice Exposição

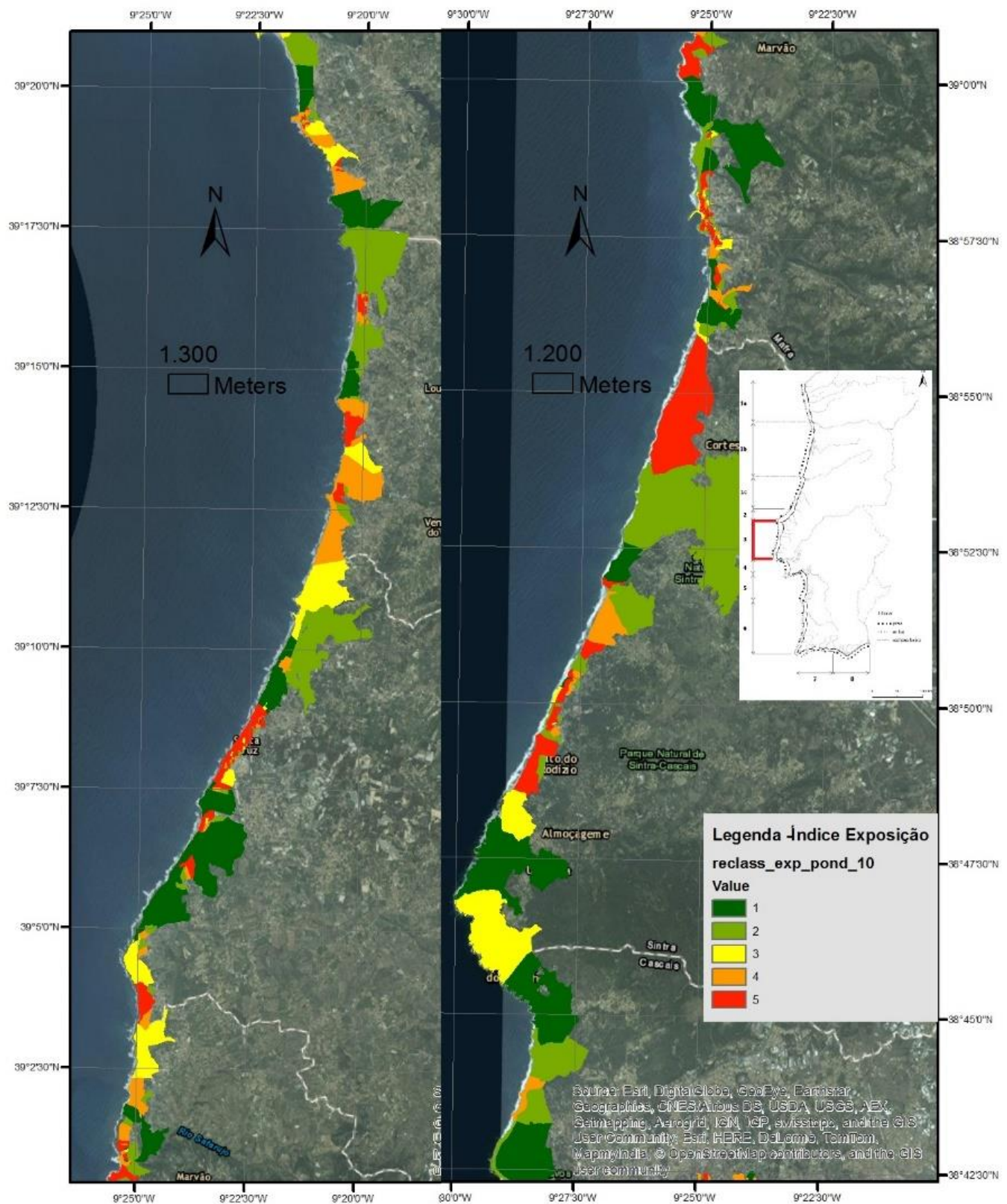


Figura 4.13 – Mapa do índice de exposição (ponderado) da célula sedimentar 3

# Índice Vulnerabilidade

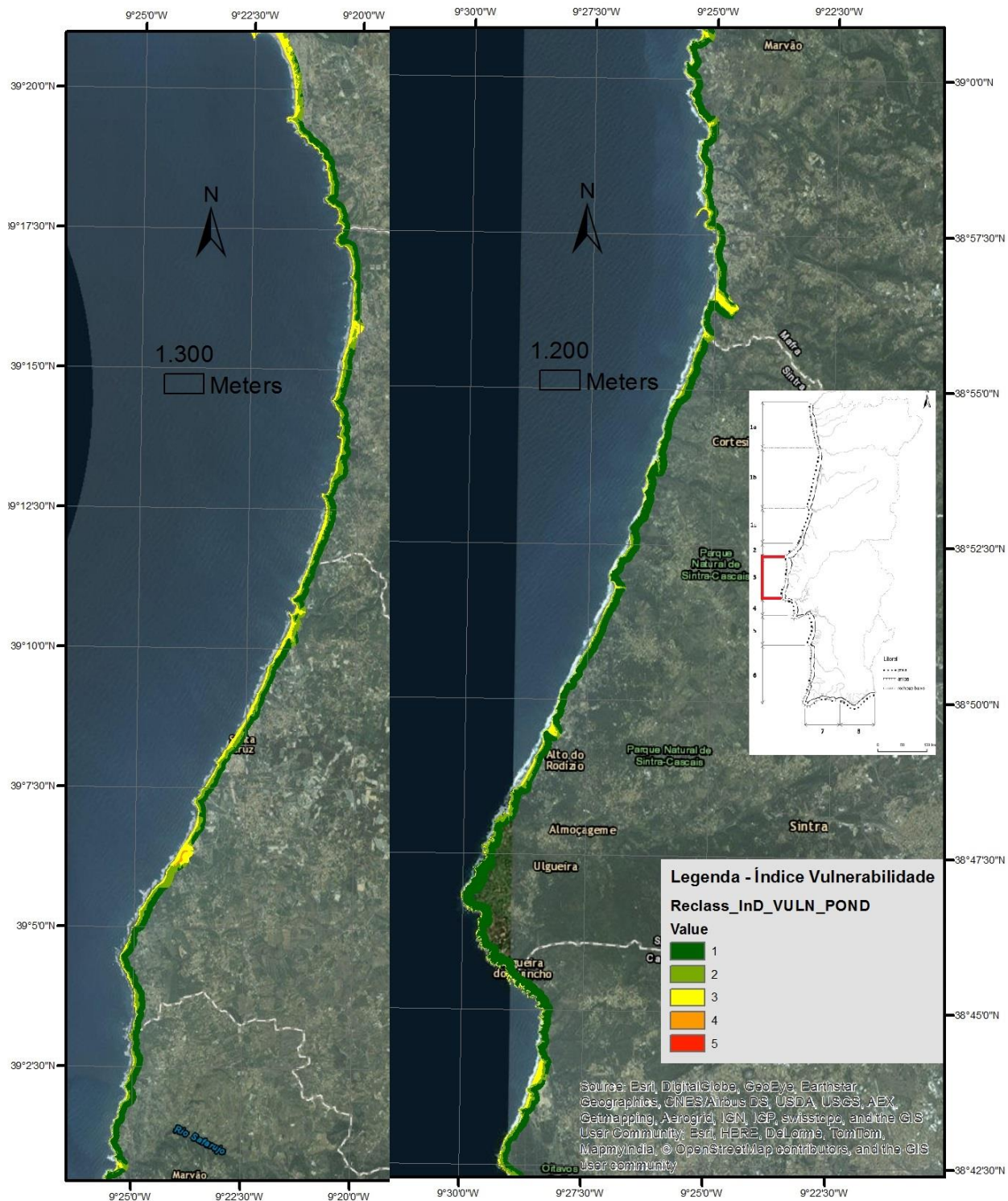


Figura 4.14 – Mapa do índice de vulnerabilidade (ponderado) da célula sedimentar 3.



# Índice Risco

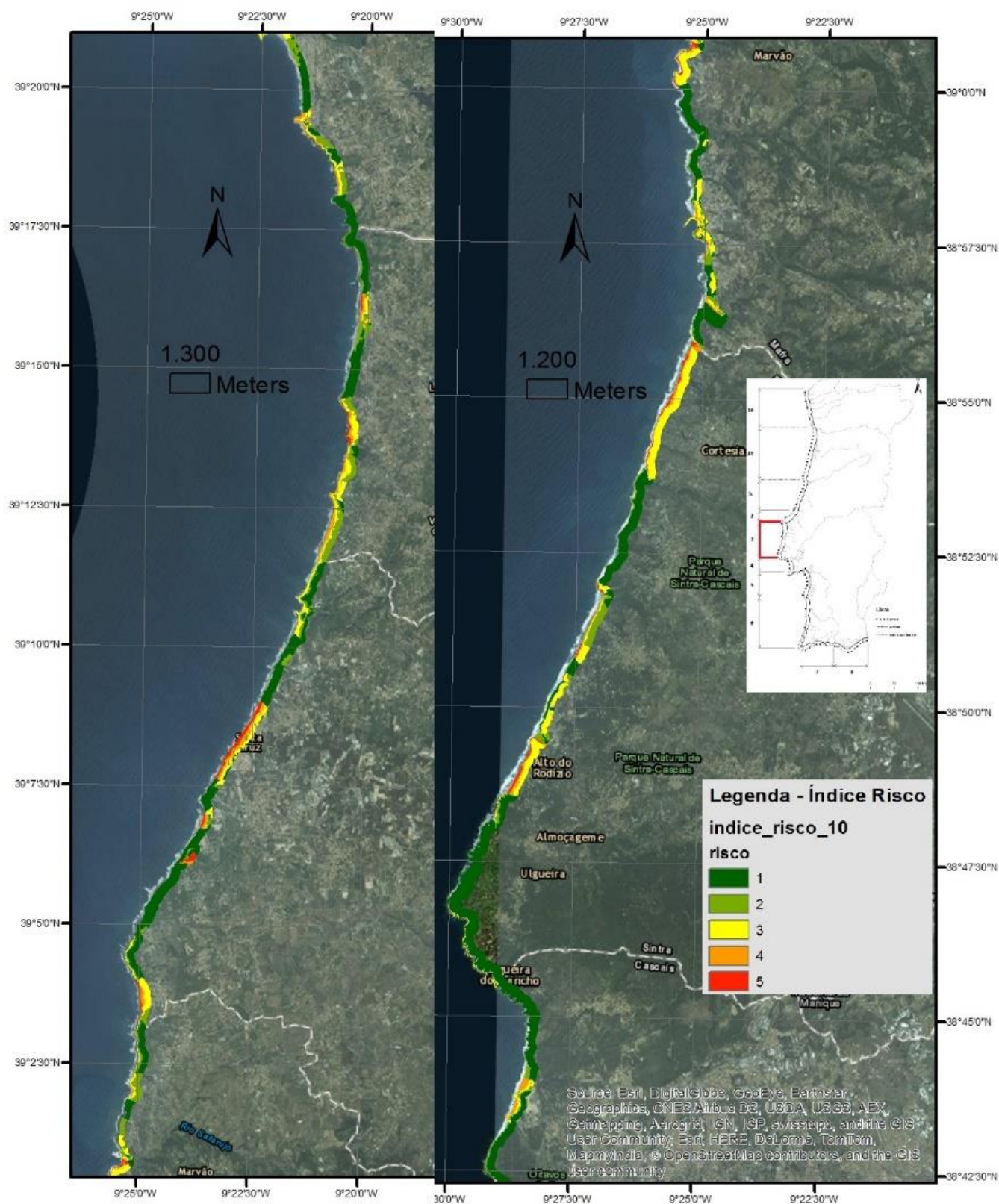


Figura 4.15 – Mapa do índice de risco da célula sedimentar 3.

#### **4.2.6 Índices da *célula sedimentar 4***

Para melhor visualização desta célula sedimentar, dividiu-se a mesma em 3 zonas, sendo que o mapa da primeira zona é mostrado independentemente dos outros mapas das 2 zonas restantes. A zona 1 engloba a margem norte do rio Tejo desta célula sedimentar. O mapa do índice de exposição (ponderado) da zona 1 da *célula sedimentar 4* pode ser observado na figura 4.16. Esta zona da célula é a que tem maior índice de exposição, com um índice muito elevado quase na totalidade da zona. O mapa de exposição das zonas 2 e 3 pode ser observado na figura 4.17. Os lugares densamente povoadas e com exposição muito elevada são praticamente toda a zona da Avenida Marginal, a Costa da Caparica e Fonte da Telha.

O mapa do índice de vulnerabilidade da zona 1 pode ser observado figura 4.18. Esta zona é uma zona muito pouco vulnerável, sendo que este índice varia ente o muito pouco ao moderadamente vulnerável. As zonas 2 e 3 podem ser observadas na figura 4.19. A zona 2 é a mais vulnerável desta célula sedimentar, com destaque para a Costa da Caparica que é o único lugar com vulnerabilidade muito elevada. De destacar a praia da Lagoa da Albufeira, na zona 3, que tem uma área com vulnerabilidade elevada.

O índice de risco da zona 1 desta célula sedimentar pode ser observado na figura 4.20. O índice de risco das zonas 2 e 3 podem ser observados na figura 4.21. Apesar da elevada ocupação humana e elevada exposição, a zona 1 desta célula sedimentar não tem um índice de risco muito elevado. Ao analisar a figura 4.20, verifica-se que as zonas de risco muito elevado situam-se em Cascais (apenas junto à linha de costa), Estoril e São João do Estoril (apenas junto à linha de costa). O lugar com a maior área de risco mais elevado desta célula sedimentar situa-se na zona 2, nomeadamente na Cova do Vapor, Costa da Caparica e Fonte da Telha.

# Índice Exposição

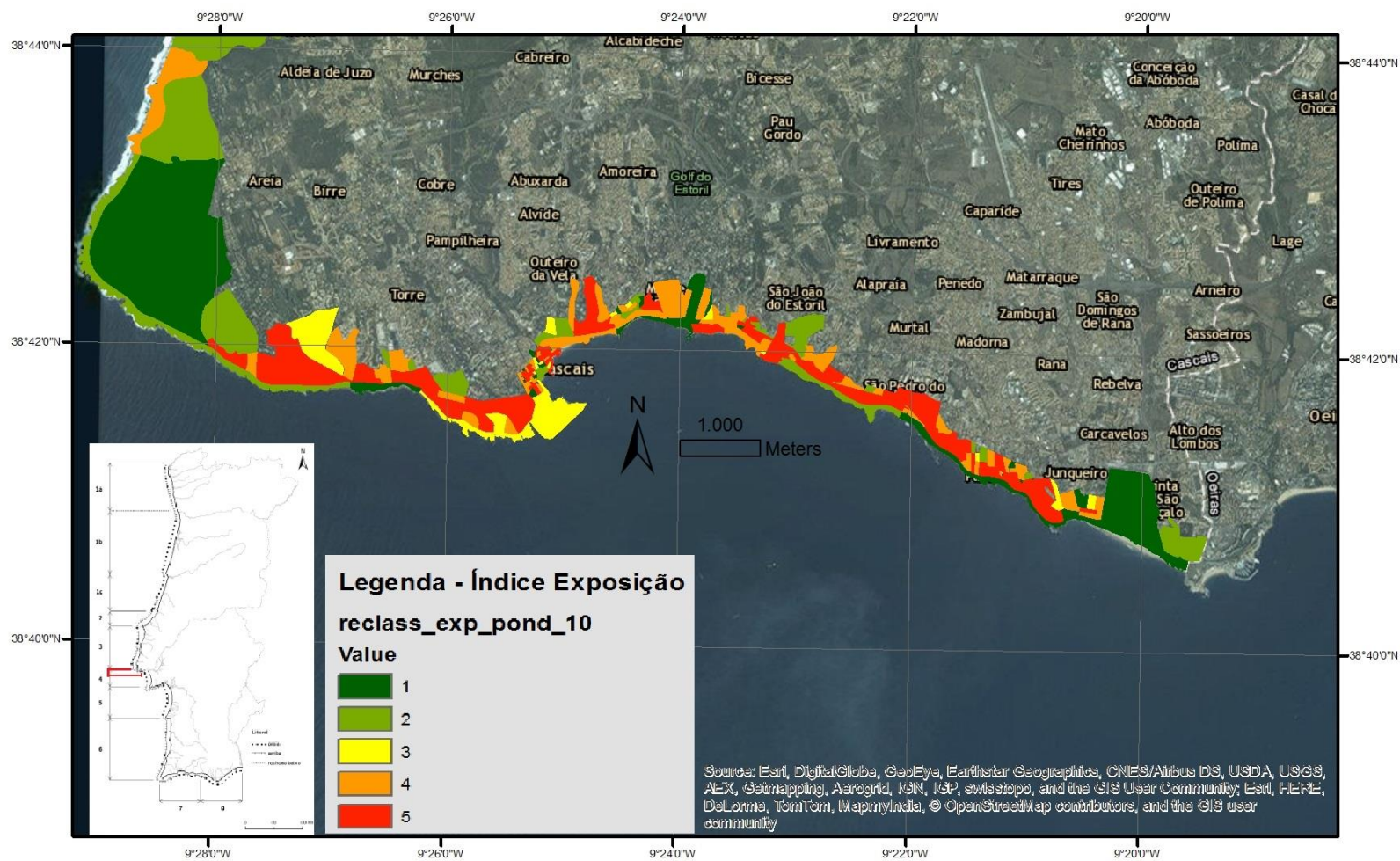


Figura 4.16 – Mapa do índice de exposição (ponderado) da zona 1 da célula sedimentar 4.



# Índice Exposição

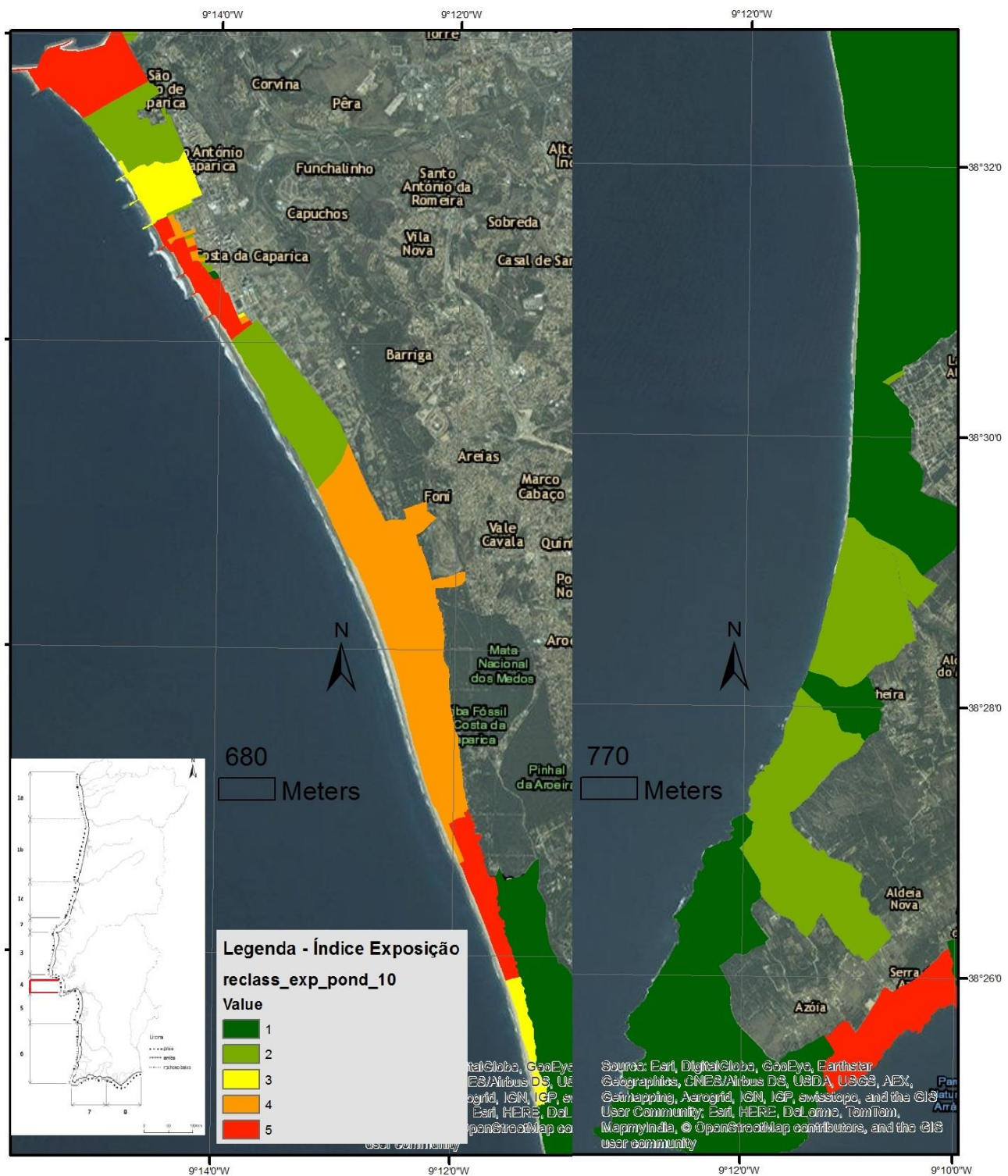


Figura 4.17 – Mapa do índice de exposição (ponderado) da zona 2 e 3 da célula sedimentar 4.

## Índice Vulnerabilidade

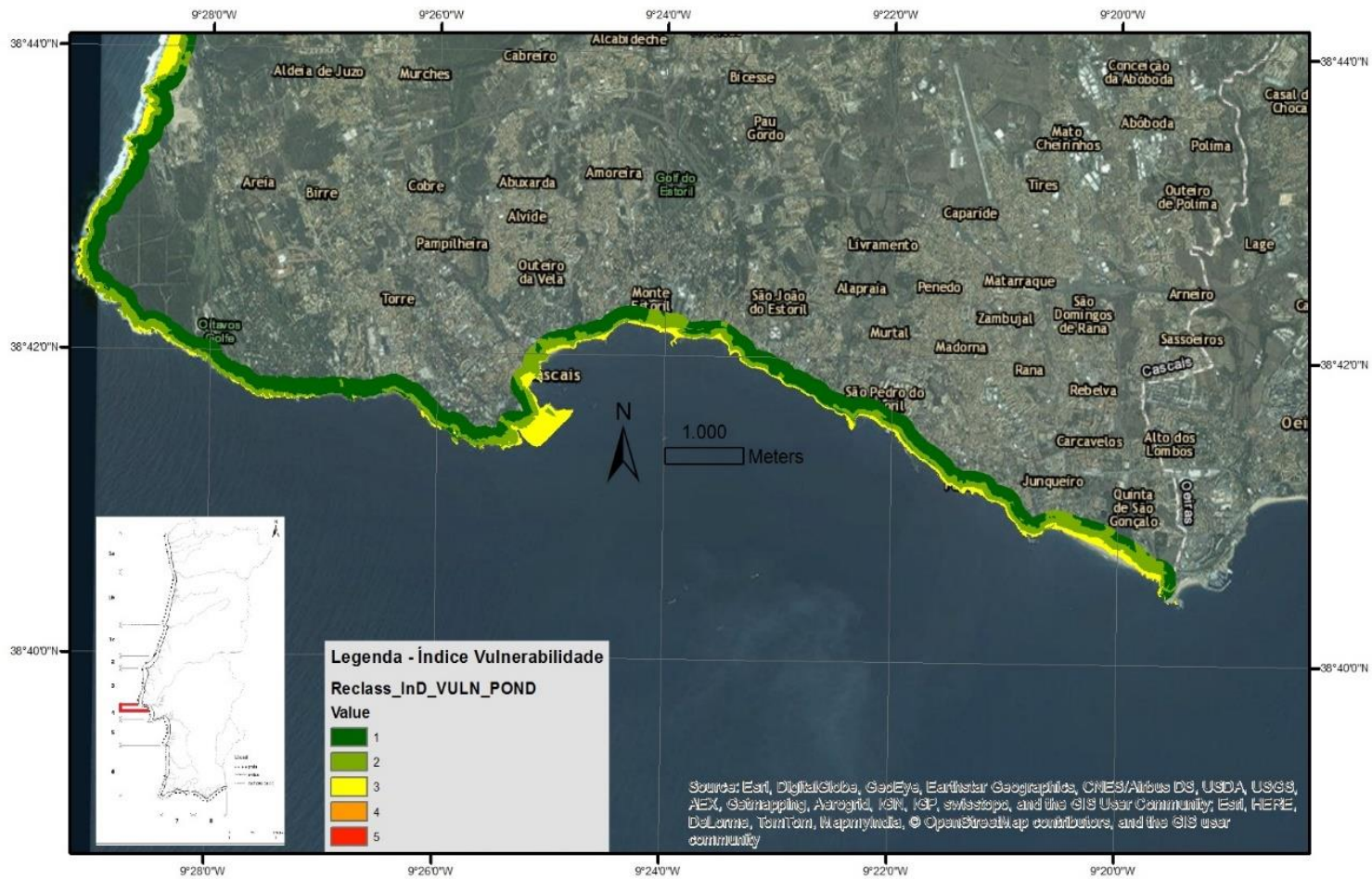


Figura 4.18 – Mapa do índice de Vulnerabilidade (ponderado) da zona 1 da célula sedimentar 4



## Índice Vulnerabilidade

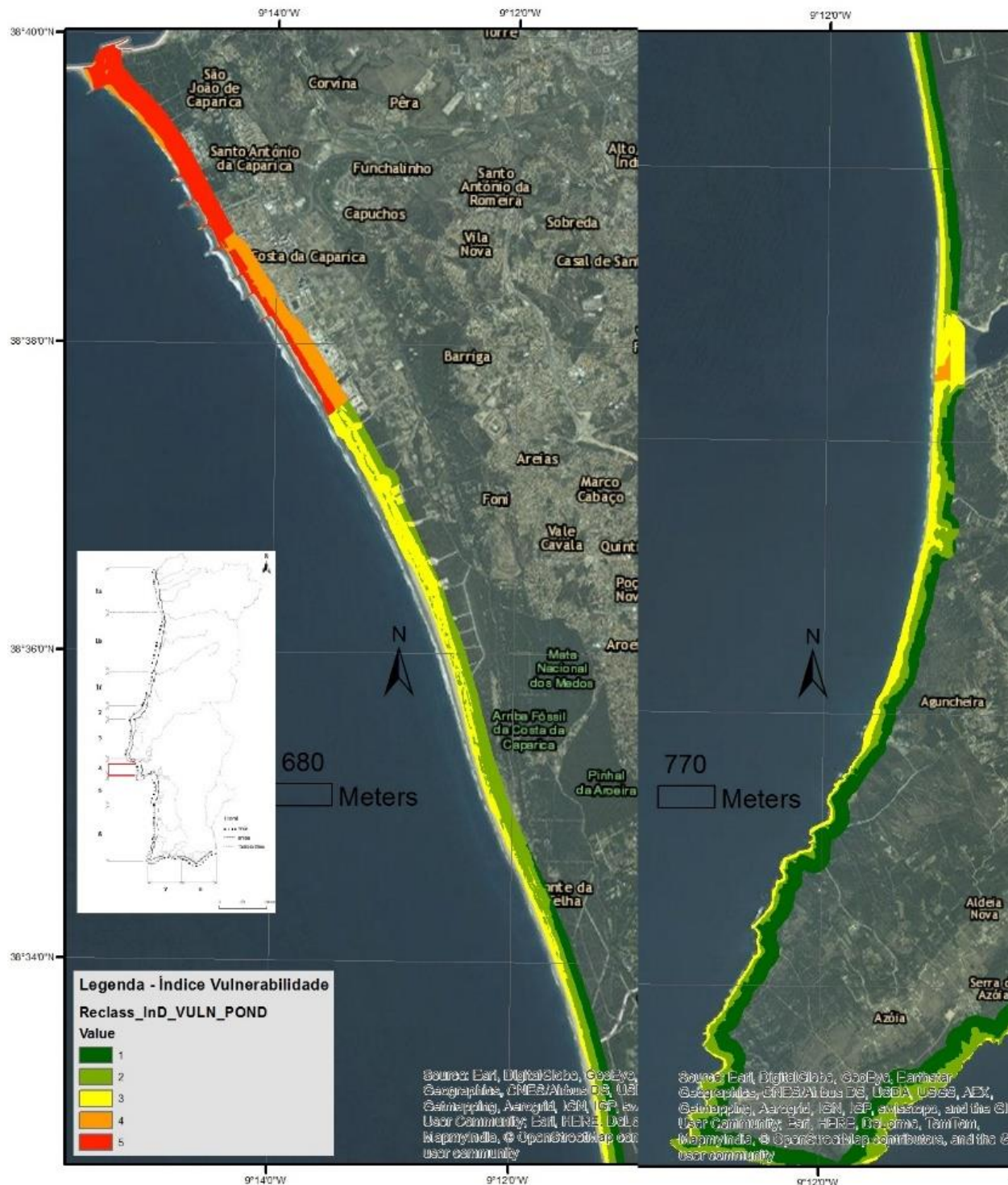


Figura 4.19 – Mapa do índice de vulnerabilidade (ponderado) da zona 2 e 3 da célula sedimentar 4.



# Índice de Risco

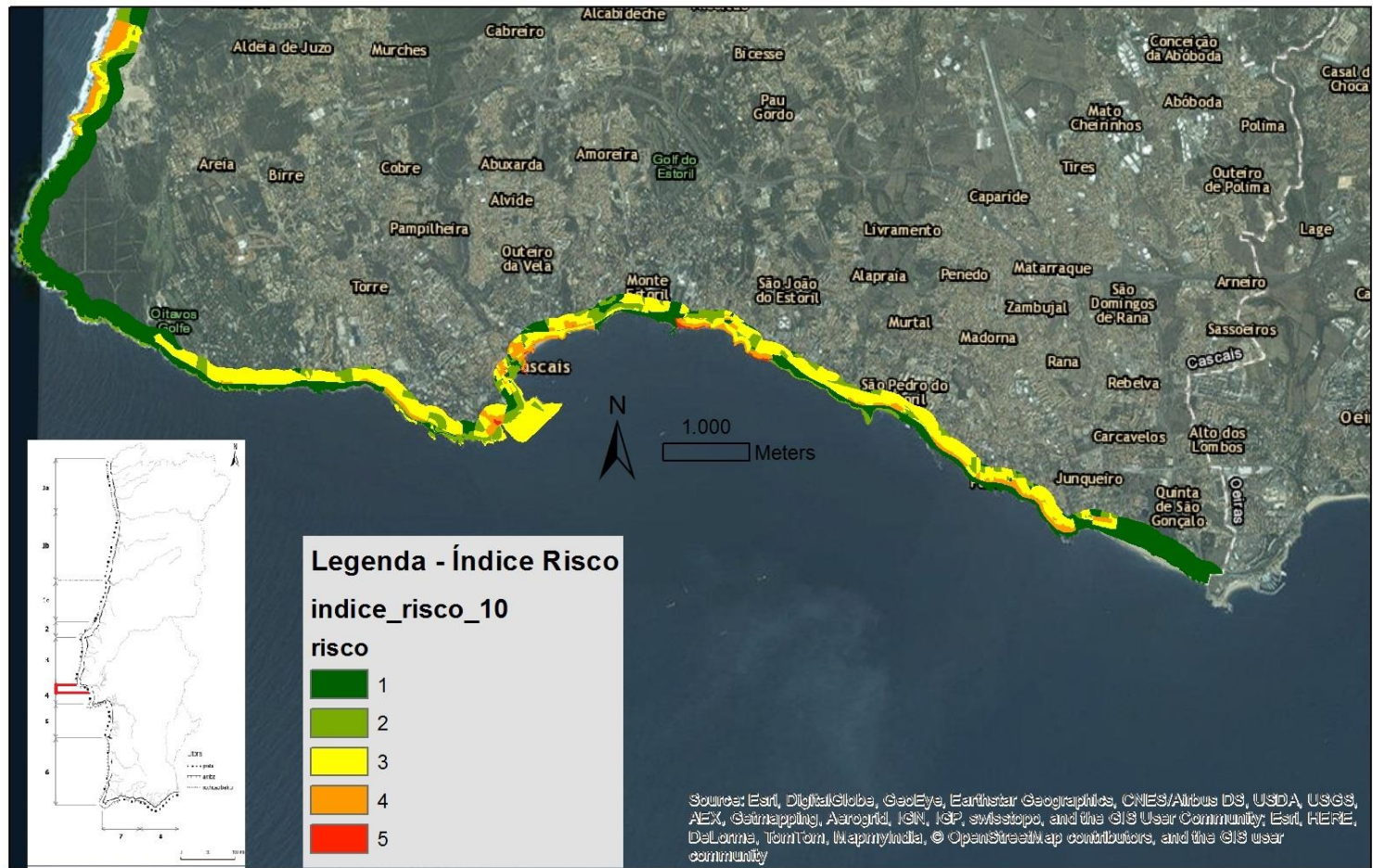


Figura 4.20 – Mapa do índice de risco da zona 1 da célula sedimentar 4.

# Índice Risco

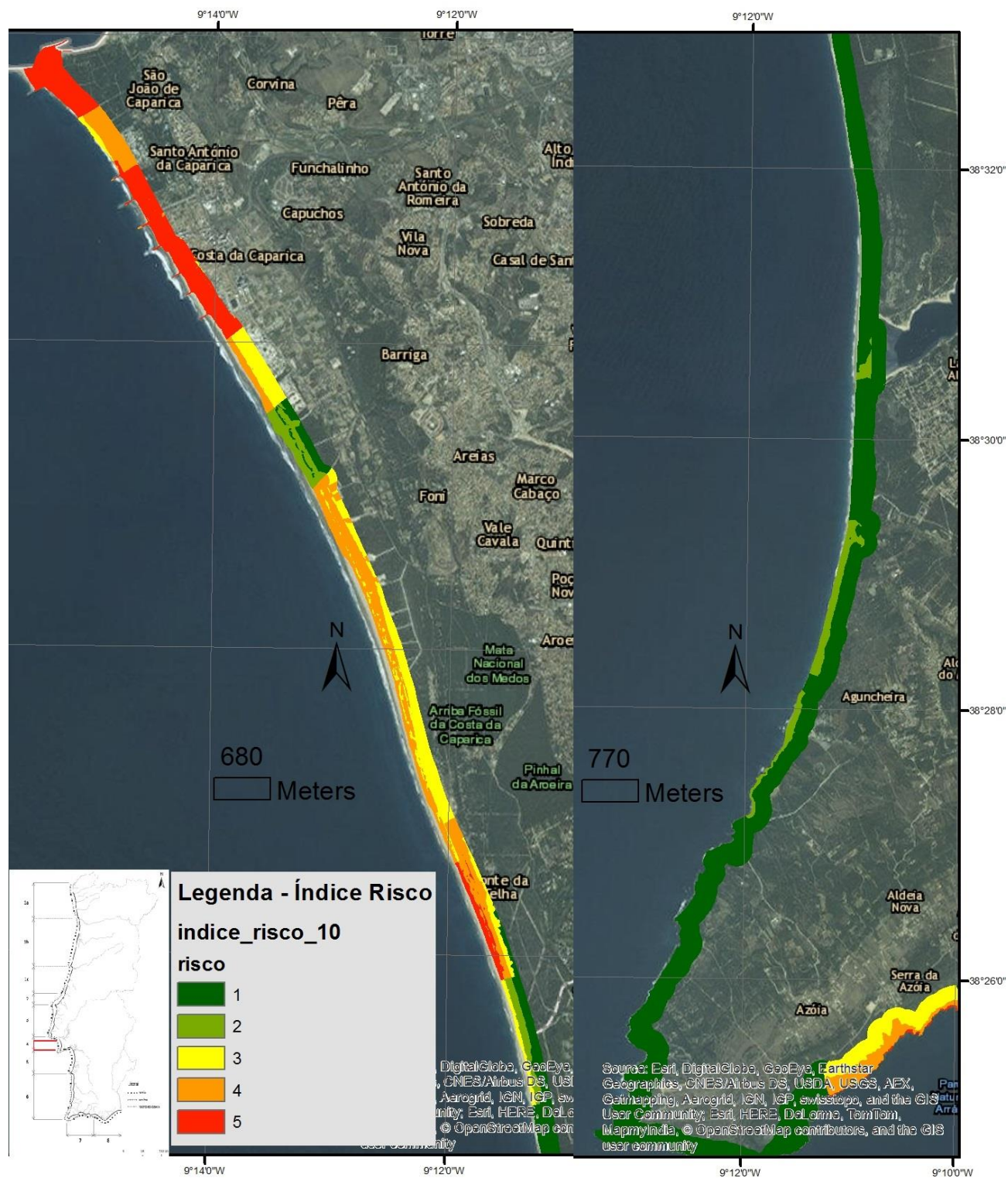


Figura 4.21 – Índice de risco da zona 2 e 3 da célula sedimentar 4.

#### **4.2.7 Índices da *célula sedimentar 5***

Esta célula sedimentar foi dividida de forma idêntica à *célula sedimentar 4* para melhor visualização da mesma. A zona 1 é compreendida entre Espichel e a foz do Sado e as restantes 2 zonas compreendem-se entre a foz do Sado e Sines.

O mapa do índice de exposição da zona 1 pode ser observado na figura 4.22. O mapa de exposição com as restantes zonas pode ser observado na figura 4.23. As zonas com exposição muito elevada são Serra da Azóia (Sesimbra), Sesimbra, Portinho da Arrábida, uma área pouco significativa em Tróia, praia da Galé (Melides) e Sines. Esta célula sedimentar tem uma baixa ocupação, sendo que a exposição é relativamente baixa.

Na figura 4.24 está representado o mapa do índice de vulnerabilidade (ponderado) da zona 1 da *célula sedimentar 5*. Esta zona é muito pouco vulnerável, sendo que varia entre a vulnerabilidade muito baixa a moderada, mas são poucas as zonas com vulnerabilidade moderada (Sesimbra e Portinho da Arrábida). A vulnerabilidade das zonas 2 e 3 pode ser observada no mapa da figura 4.25. Estas zonas não são muito vulneráveis à ação do mar. No entanto, a Praia de Melides varia entre a vulnerabilidade muito elevada e elevada.

Os mapas do índice de risco da zona 1 e das zonas 2 e 3 podem ser observados na figura 4.26 e na figura 4.27, respetivamente. Esta célula sedimentar não está sob risco muito elevado, conforme era expectável, uma vez que é uma célula muito pouco vulnerável e com muito pouca ocupação humana. Os lugares com risco muito elevado são Sesimbra e o Portinho da Arrábida.



## Índice Exposição

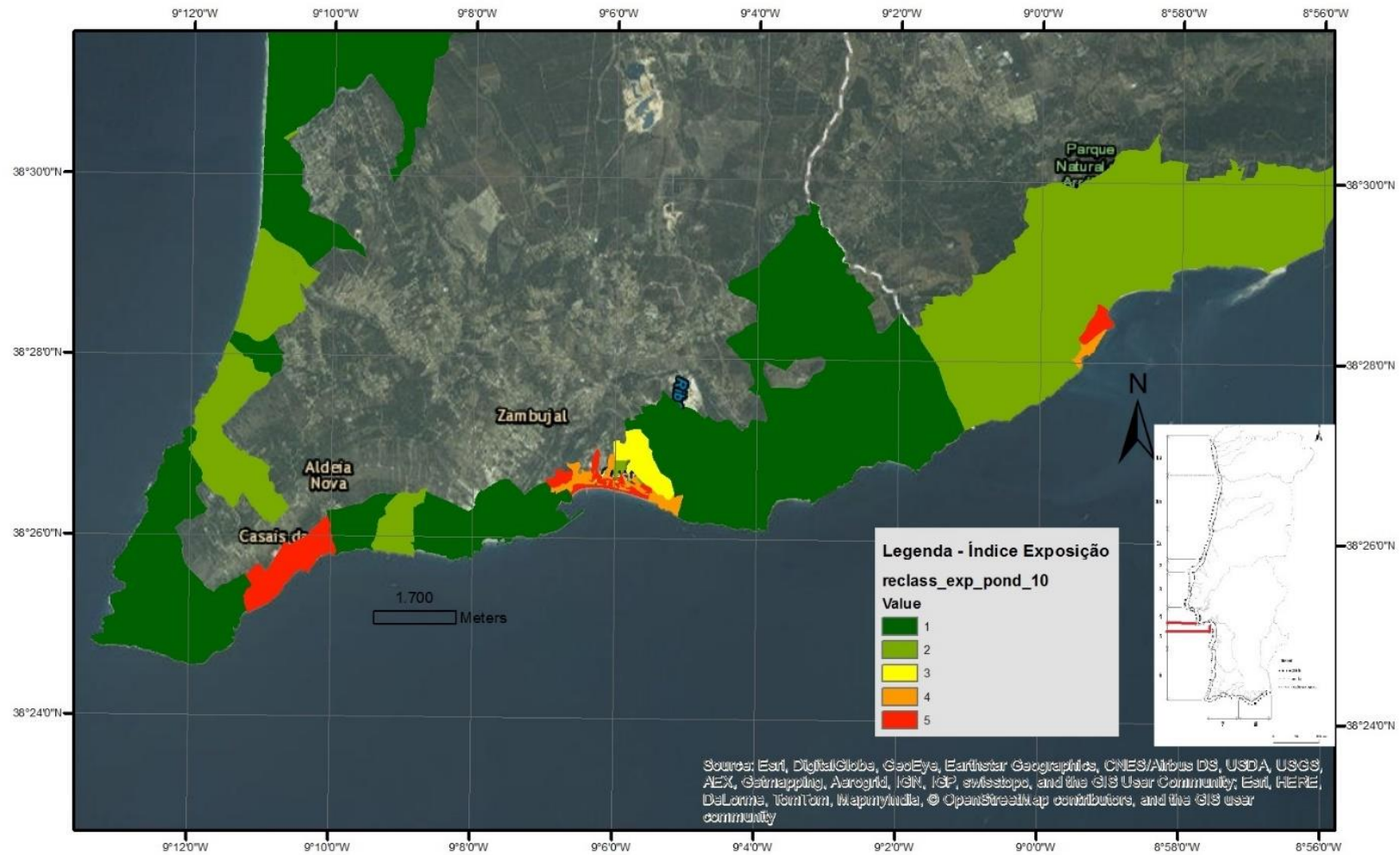


Figura 4.22 – Mapa do índice de exposição (ponderado) da zona 1 da célula sedimentar 5.

# Índice Exposição

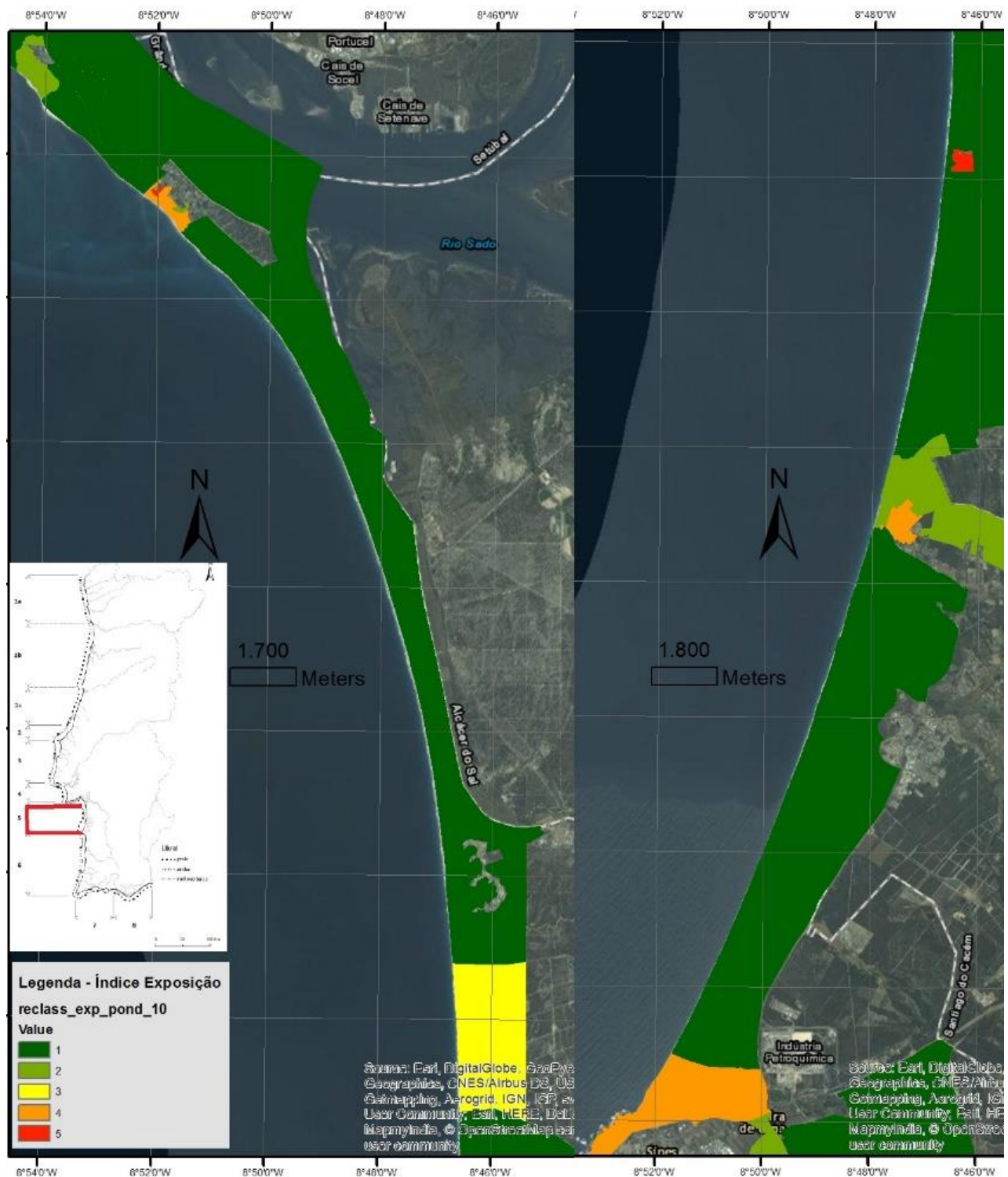


Figura 4.23 – Mapa do índice de exposição da zona 2 e 3 da célula sedimentar 5.

## Índice Vulnerabilidade

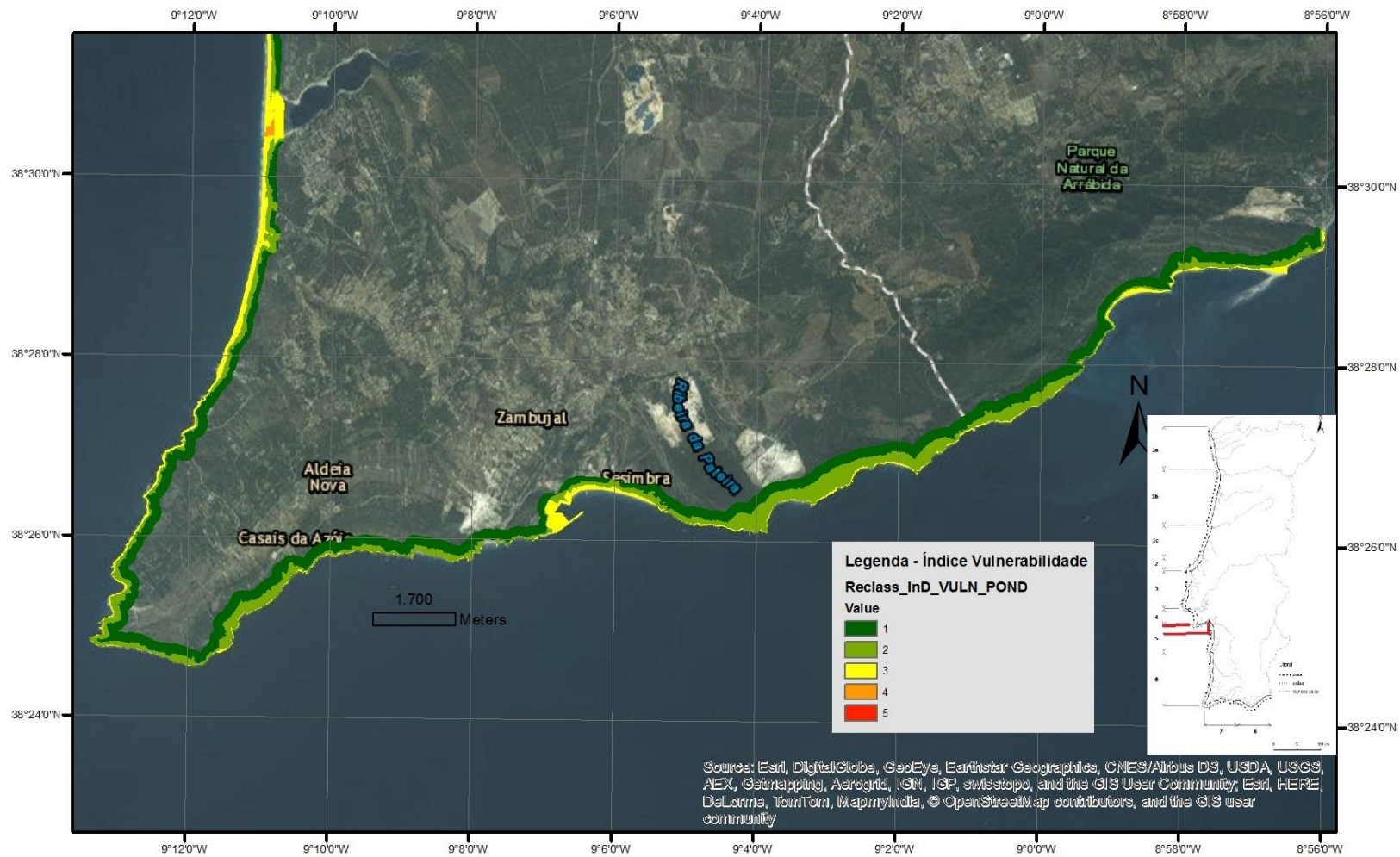


Figura 4.24 – Mapa do índice de vulnerabilidade (ponderado) da zona 1 da célula sedimentar 5.



# Índice Vulnerabilidade

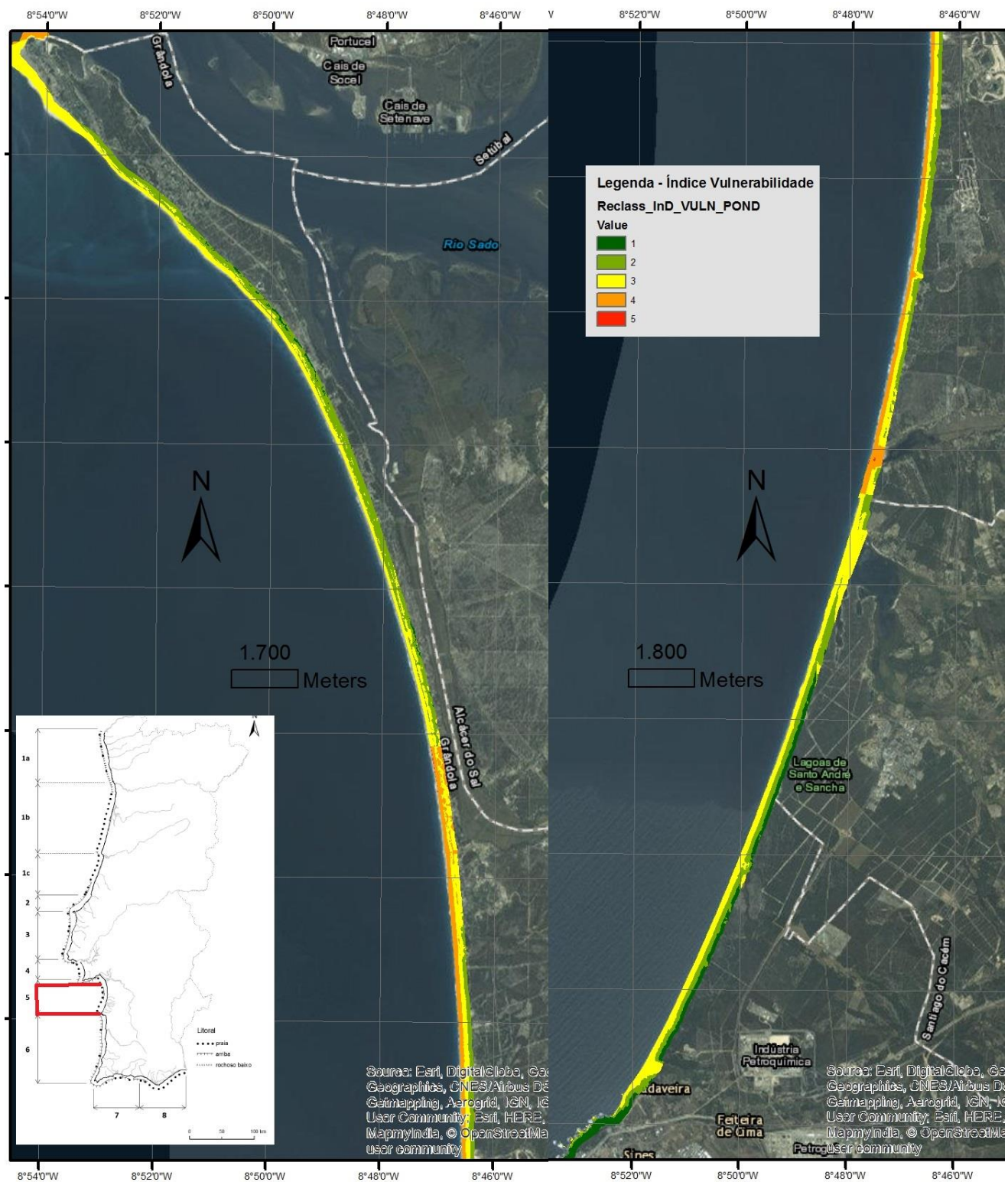


Figura 4.25 – Mapa do índice de vulnerabilidade (ponderado) da zona 2 e 3 da célula sedimentar 5.

# Índice Risco

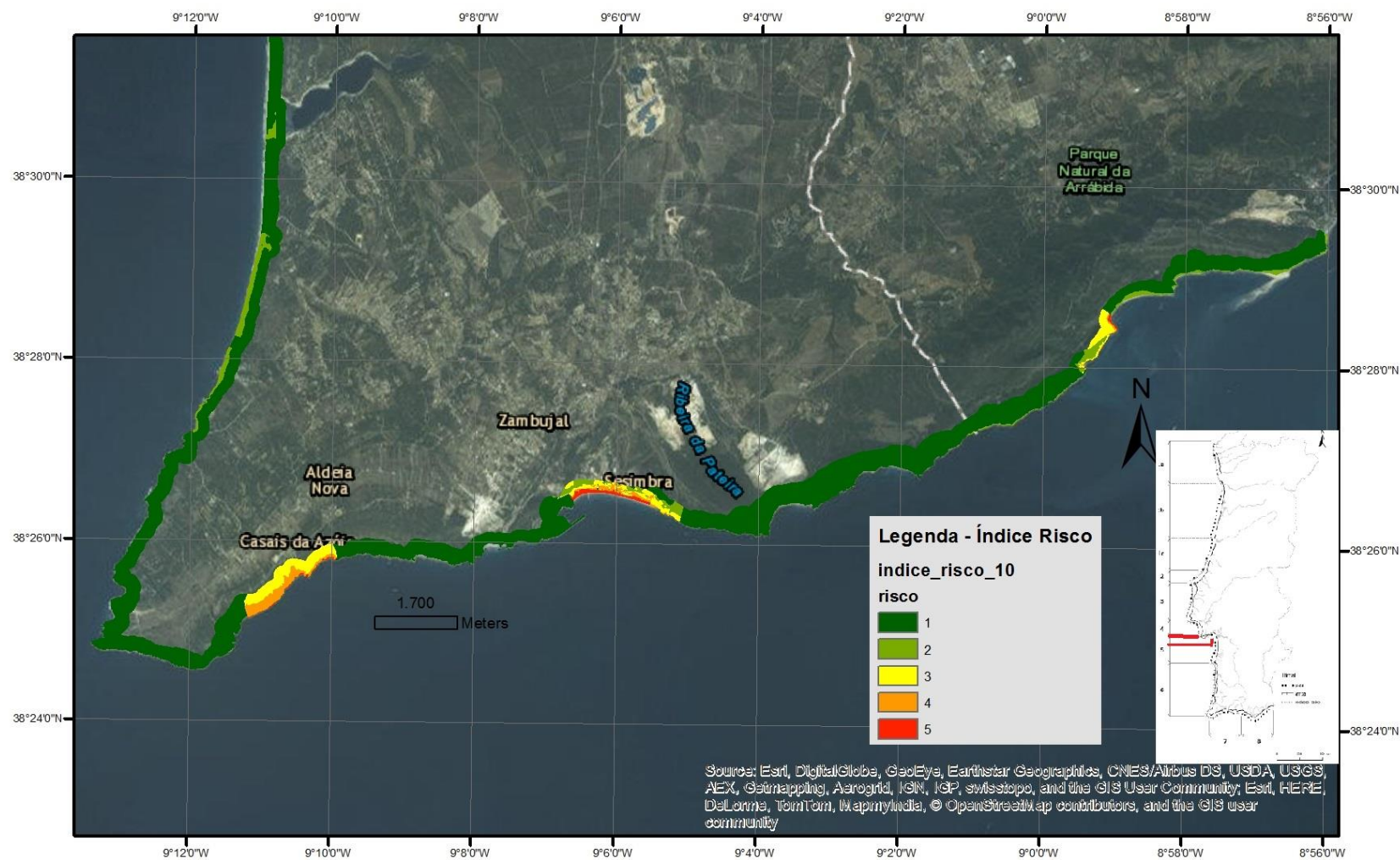


Figura 4.26 – Mapa do índice de risco da zona 1 da célula sedimentar 5.



# Índice Risco

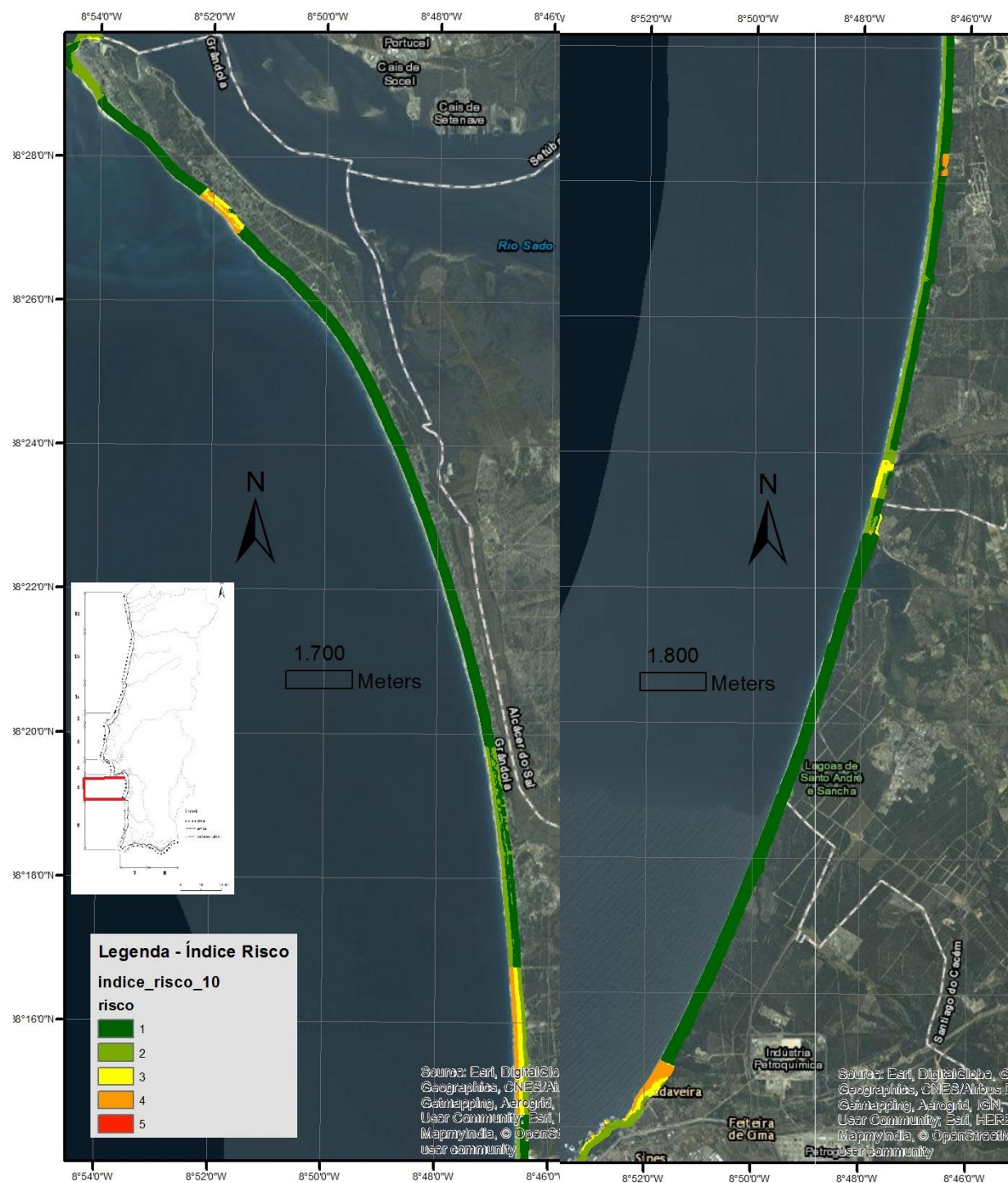


Figura 4.27 – Mapa do índice de risco da zona 2 e 3 da célula sedimentar 5

#### **4.2.8 Índices da *célula sedimentar 6***

O mapa do índice de exposição da *célula sedimentar 6* pode ser observado na figura 4.28. Esta célula tem um índice de exposição pouco significativo. Os lugares com exposição muito elevada são Sines, Porto Covo, Entrada da Barca, Zambujeira do Mar, Azenha do Mar, Monte Clérigo e Arrifana, sendo os principais aglomerados Sibes, Porto Covo e Arrifana.

Segundo o mapa da figura 4.29, não existem zonas com vulnerabilidade muito elevada e a maioria desta célula apresenta índice de vulnerabilidade muito baixo.

O mapa do índice de risco pode ser observado na figura 4.30. Esta célula tem um risco muito reduzido. As zonas com risco muito elevado são: Entrada da Barca, junto à linha de costa; Monte Clérigo; e Arrifana, junto à linha de costa.

# Índice Exposição

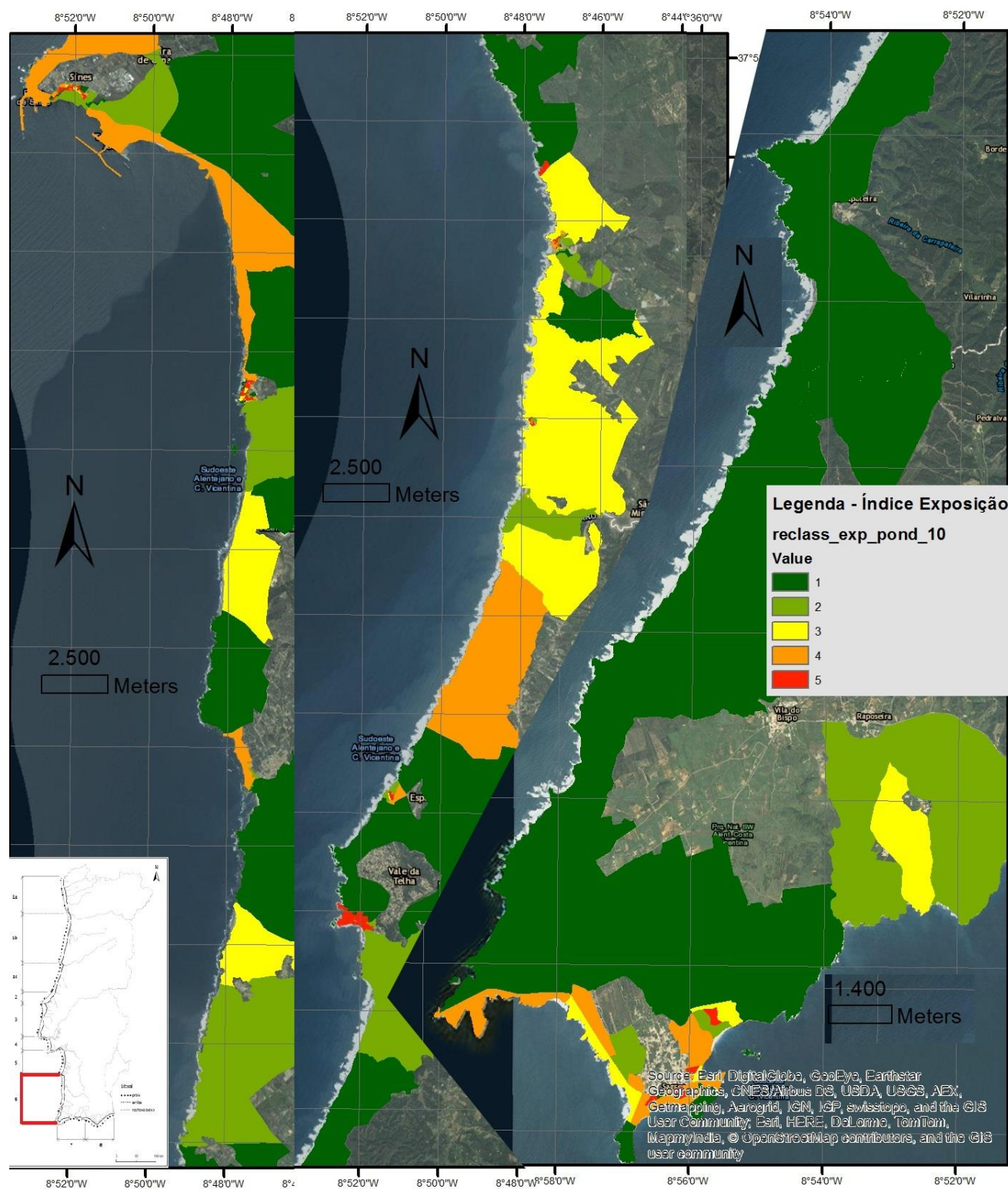


Figura 4.28 – Mapa do índice de exposição (ponderado) da célula sedimentar 6.



# Índice Vulnerabilidade

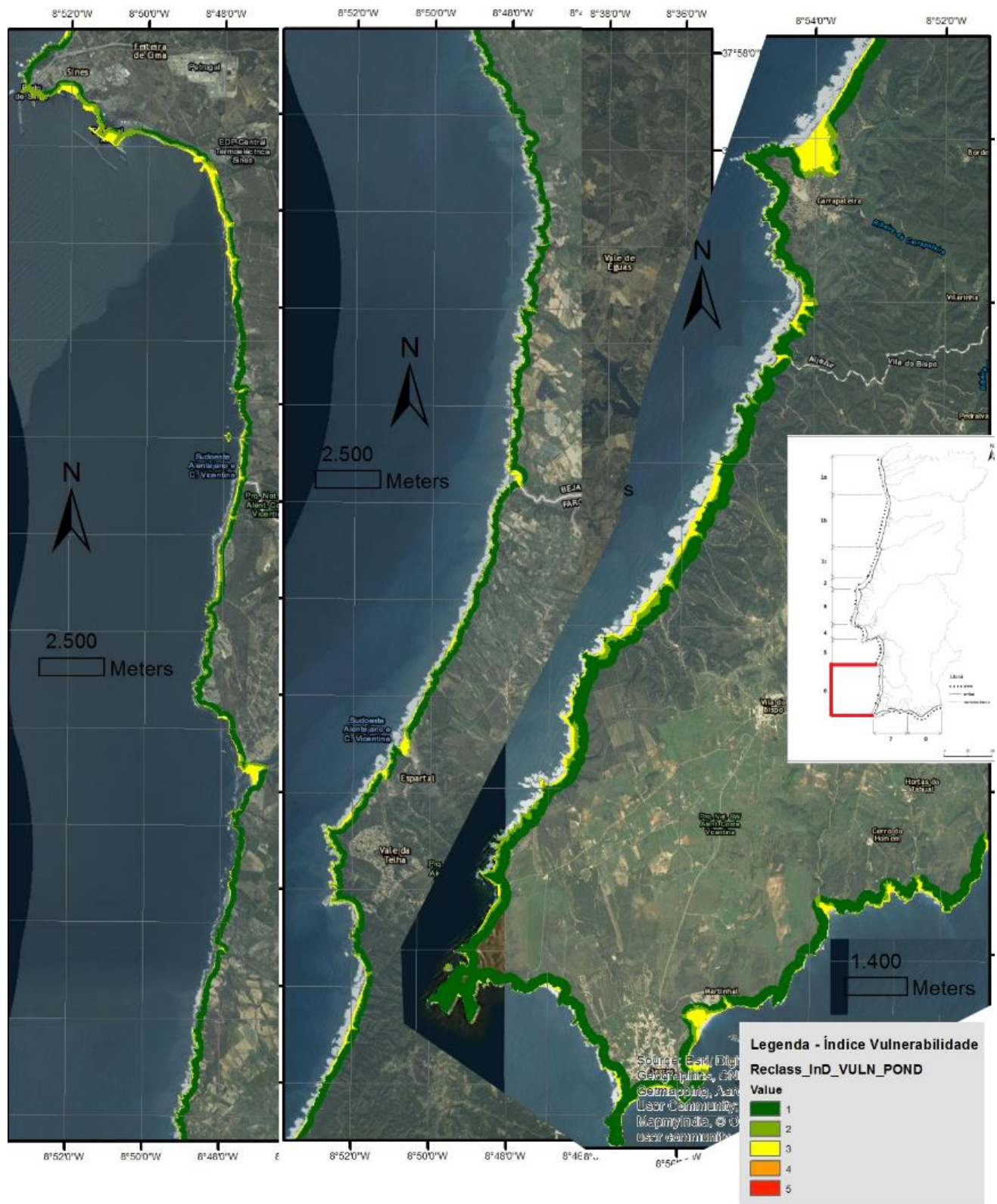


Figura 4.29 – Mapa do índice de vulnerabilidade (ponderado) da célula sedimentar 6.

# Índice Risco

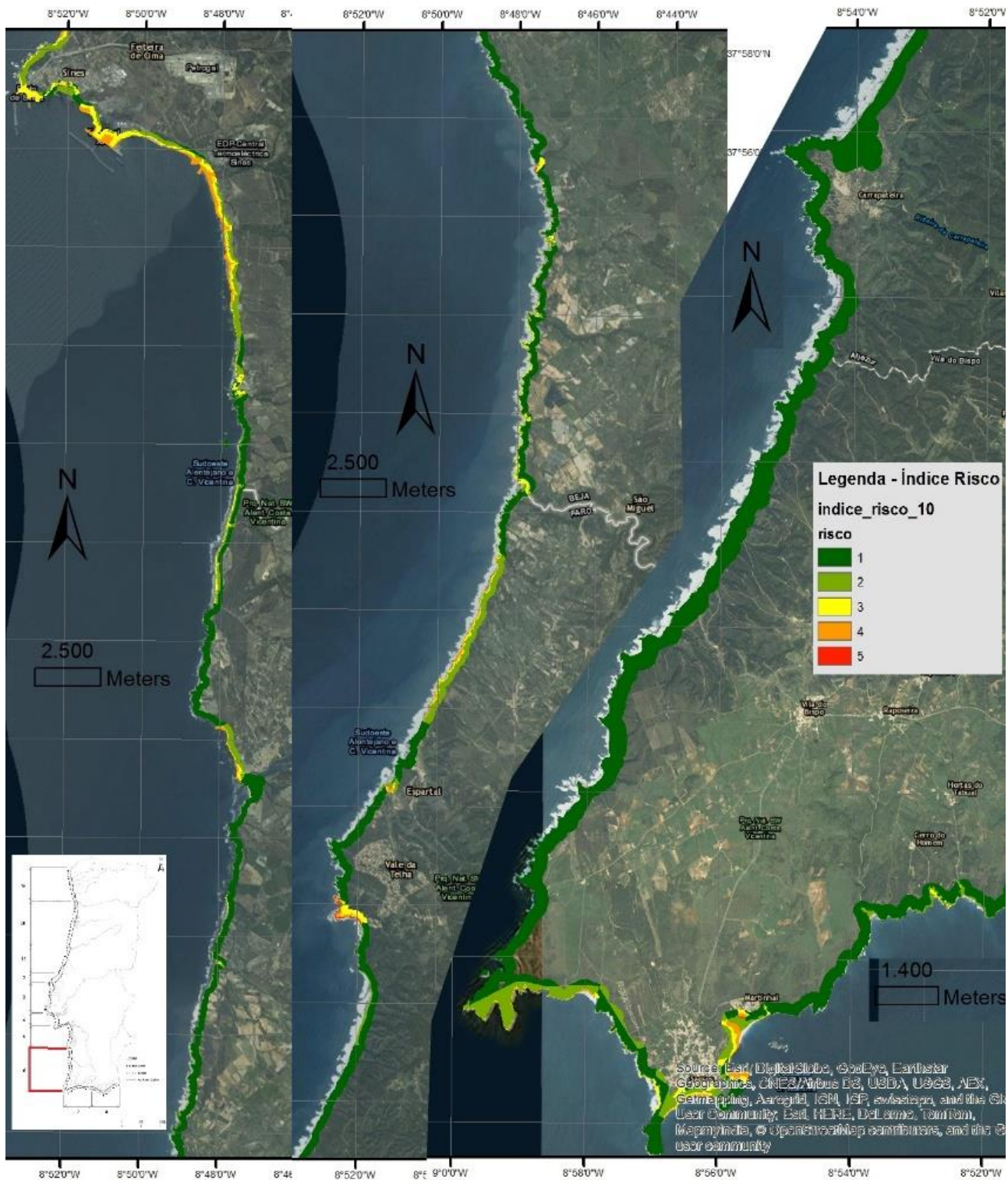


Figura 4.30 – Mapa do índice de risco da célula sedimentar 6.

#### **4.2.9 Índices da *célula sedimentar 7***

O mapa do índice de exposição pode ser observado na figura 4.31. Os lugares desta célula com índice de exposição muito elevado são Sagres, Martinhal, Salema, Burgau, Cerro Lamy, Luz, Lagos, Meia Praia, Vau da Rocha, Praia da Rocha, Pintandinho, Azinhaga, Vale Currais, zona compreendida entre Vale da Lapa e Benagil, Alporchinho, Armação de Pera, Galé, Sesmarias, Albufeira, Santa Eulália e Olhos de Água. Esta célula sedimentar tem na sua generalidade um índice de exposição muito elevado.

O mapa do índice de vulnerabilidade pode ser observado na figura 4.32. Esta célula sedimentar é muito pouco vulnerável. A zona mais vulnerável tem um índice de vulnerabilidade moderado e situa-se entre Lagos e Praia de Alvor e na Praia da Rocha.

Apesar do índice de vulnerabilidade ser reduzido na generalidade da célula sedimentar, o índice de exposição é elevado e, por consequência, o índice de risco é muito elevado em vários lugares desta célula, conforme se pode observar na figura 4.33. Os lugares com índice de risco muito elevado são: Salema, Burgau, Cerro de Lamy, Luz, Lagos, Meia Praia, Vau da Rocha, Carvoeiro, Vale Centianes, Benagil, Alporchinhos, Armação de Pera, Galé, Sesmarias, Albufeira, Santa Eulalia e Olhos de Água.



# Índice Exposição

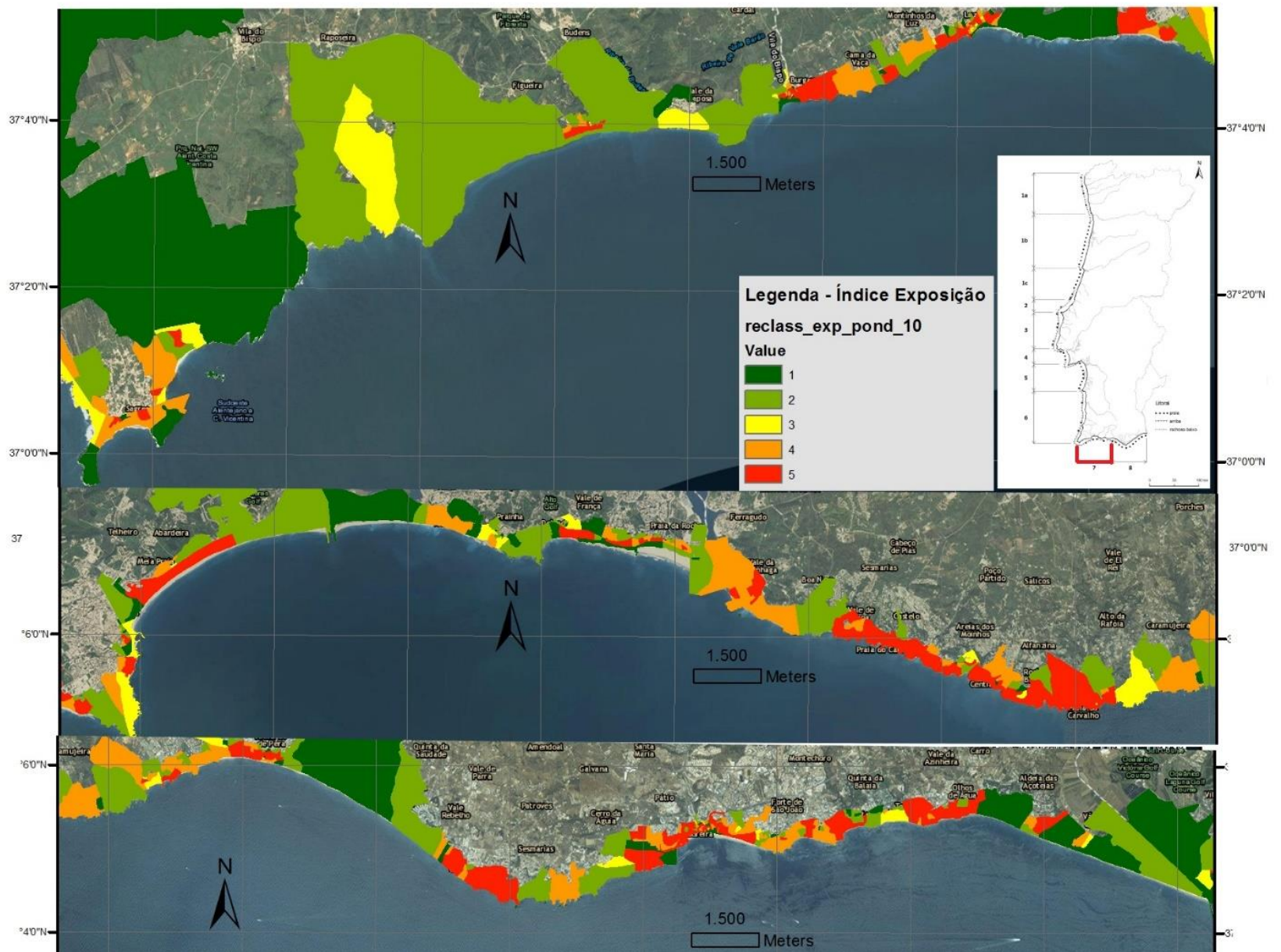


Figura 4.31 – Mapa do índice de exposição (ponderado) da célula sedimentar 7



## Índice Vulnerabilidade



Figura 4.32 – Mapa do índice de vulnerabilidade (ponderado) da célula sedimentar 7.

## Índice Risco

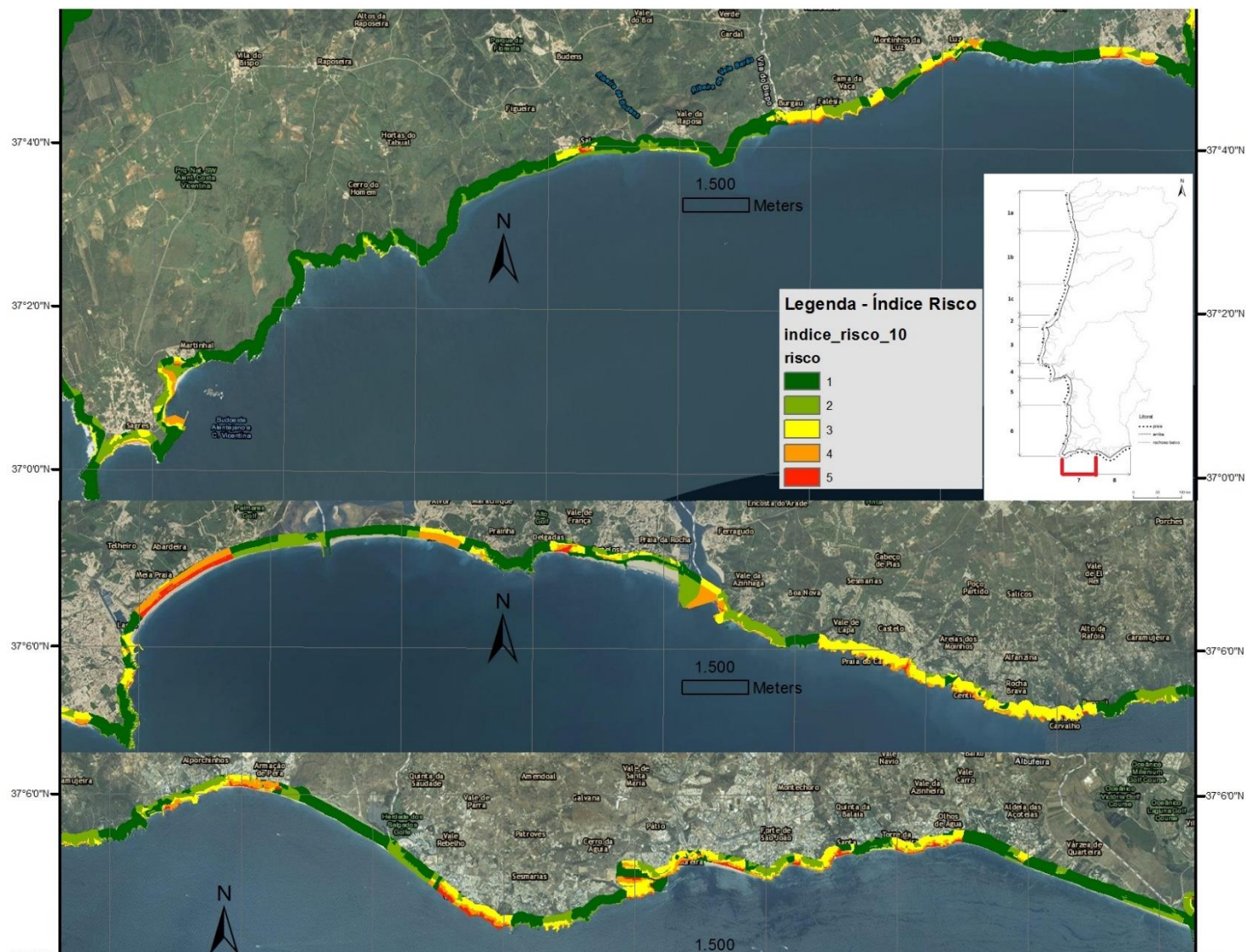


Figura 4.33 – Mapa do índice de risco da célula sedimentar 7.

#### **4.2.10 Índices da célula sedimentar 8.**

Para melhor visualização dos mapas dividiu-se esta célula sedimentar em 3 zonas, sendo que se apresenta os mapas das zonas 2 e 3 em conjunto. A zona 1 compreende-se entre os Olhos de Água e Faro; as zonas 2 e 3 estendem-se desde Faro até à foz do rio Guadiana.

O mapa da exposição ponderada da zona 1 desta célula sedimentar pode ser observado na Figura 4.34. Esta zona tem exposição significativa. Os lugares com índice de exposição muito elevado são: Pinhal do Concelho, Vilamoura, Quarteira, Vale do Lobo, Quinta do Lago, Praia de Faro Nascente, Montenegro, Faro.

O mapa do índice de exposição das zonas 2 e 3 da célula sedimentar pode ser observado na figura 4.35. O índice de exposição é igualmente elevado nestas duas zonas. Os lugares com o índice muito elevado são: Farol, Hangares, Cova da Onça, Culatra, Olhão, Ilha da Armona, Quatrim do Sul, Bias do Sul, Fuseta, Murteira de Baixo, Livramento, Pinheiro, Arroio, Santa Luzia, Tavira, Almargem, Cabanas, Cacela Velha, Fábrica e Monte Gordo. Esta célula sedimentar tem na sua generalidade um índice de exposição muito elevado sendo a célula sedimentar da costa algarvia com o índice de exposição mais elevado.

A vulnerabilidade desta célula sedimentar é pouco significativa comparando com a escala nacional, no entanto é a zona da costa sul com a vulnerabilidade mais elevada, conforme se pode observar nos mapas do índice de vulnerabilidade na figura 4.36 e na figura 4.37. Observa-se que o índice de vulnerabilidade vai diminuindo com o aumento da distância à linha da costa, como era expectável. As zonas mais vulneráveis, com vulnerabilidade elevada, situam-se na Quarteira, Fonte Santa, na ria Formosa, Tavira, Almargem e Cabanas.

Os mapas do índice de risco da célula 8 podem ser observados na figura 4.38 e na figura 4.39. Várias zonas nesta célula sedimentar apresentam risco muito elevado, mesmo não tendo vulnerabilidade muito elevada. Verifica-se que o elevado índice de risco nesta célula é muito influenciado pelo elevado índice de exposição. As zonas com risco muito elevado são: Vilamoura, Quarteira, Vale do Lobo, Quinta do Lago, Praia de Faro Nascente, Faro, Belmonte Baixo, Cova da Onça, Pontes de Marchil, Olhão, Ilha de Armona, Marim, Quatrim do Sul, Bias do Sul, Fuseta, Murteira de Baixo, Pinheiro, Arroio, Santa Luzia, Tavira, Almargem, Cabanas e Cacela Velha.



## Índice Exposição

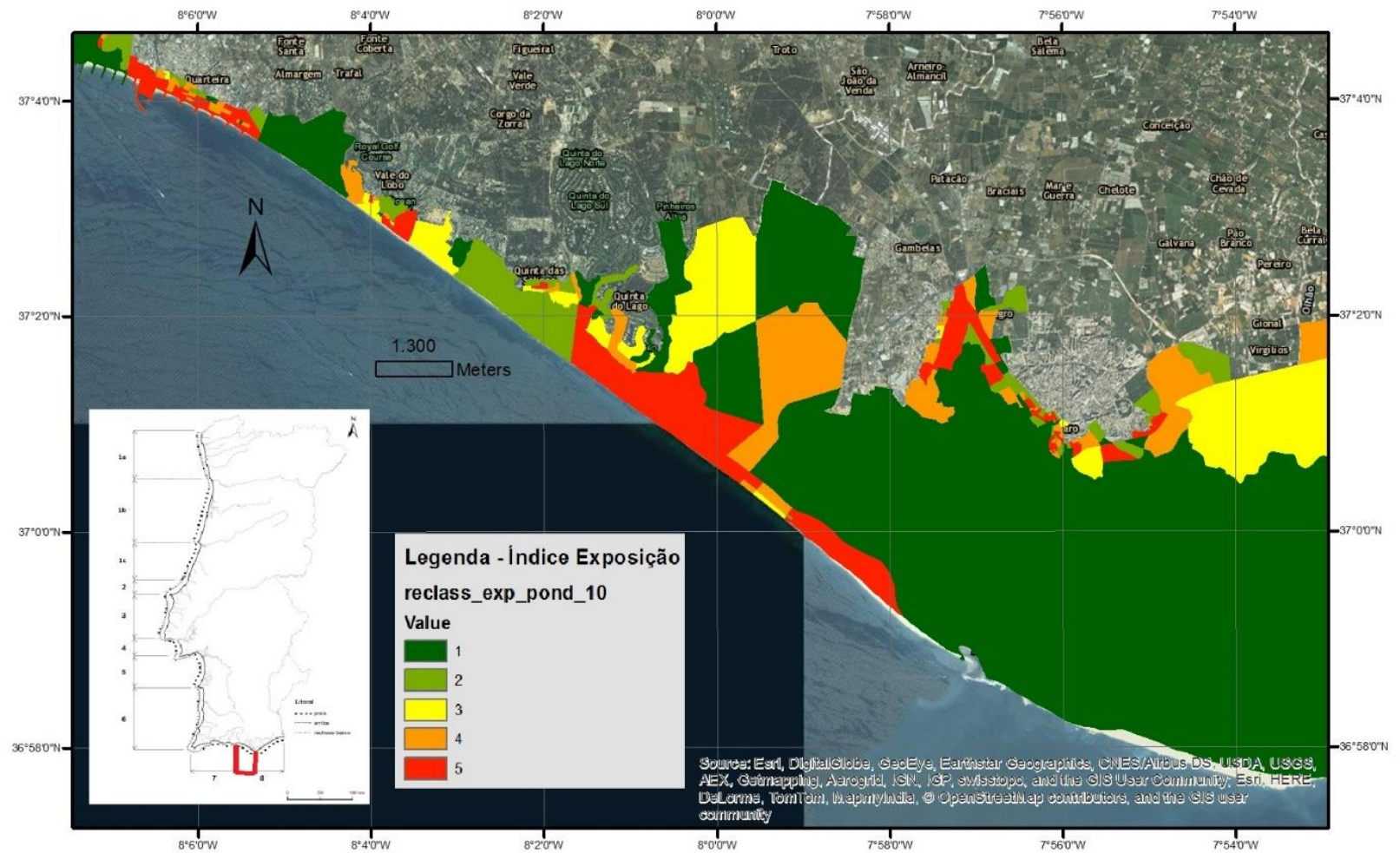


Figura 4.34 – Mapa do índice de exposição da zona 1 da célula sedimentar 8.

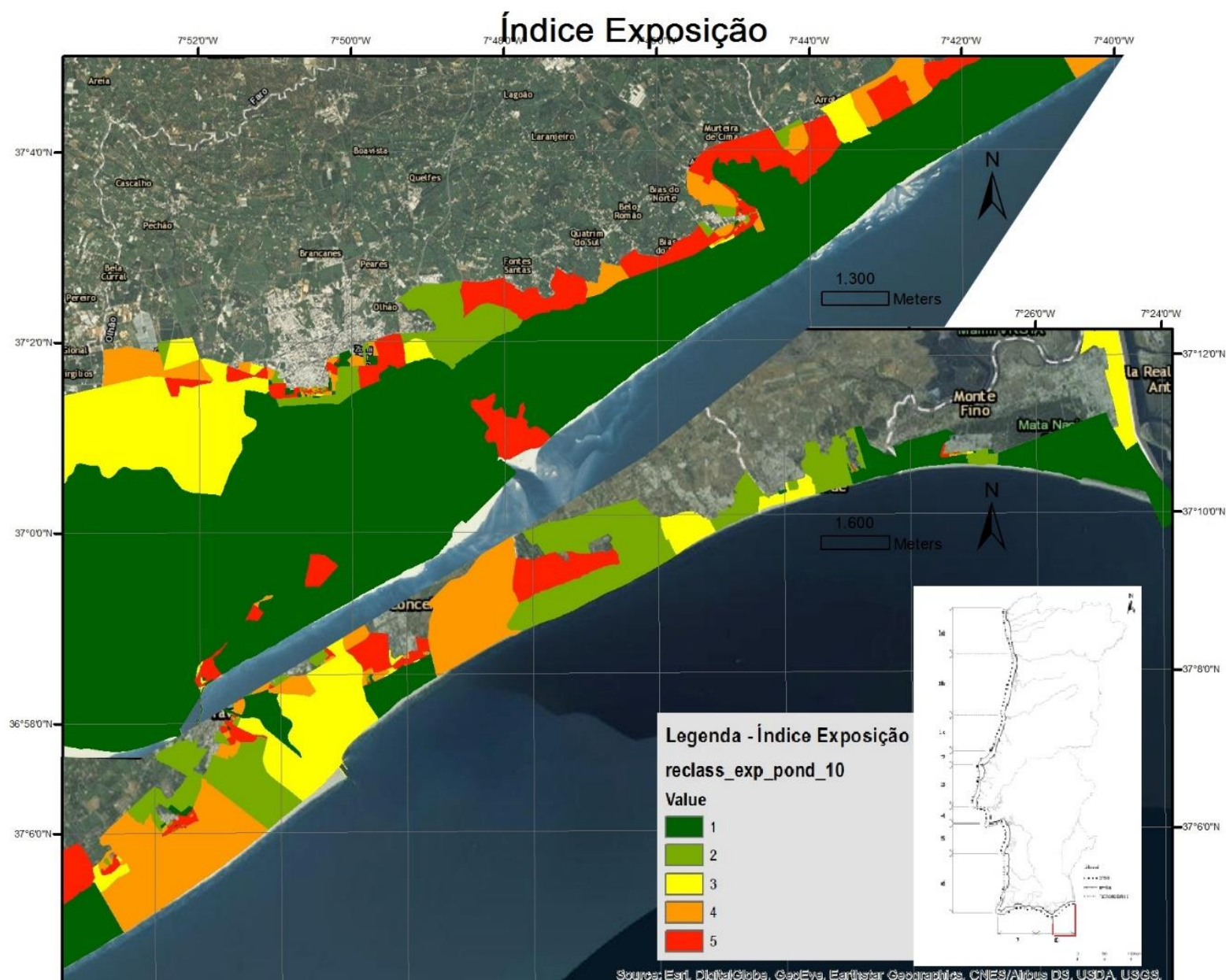


Figura 4.35 – Mapa do índice de exposição da zona 2 e 3 da célula sedimentar 8.



# Índice Vulnerabilidade

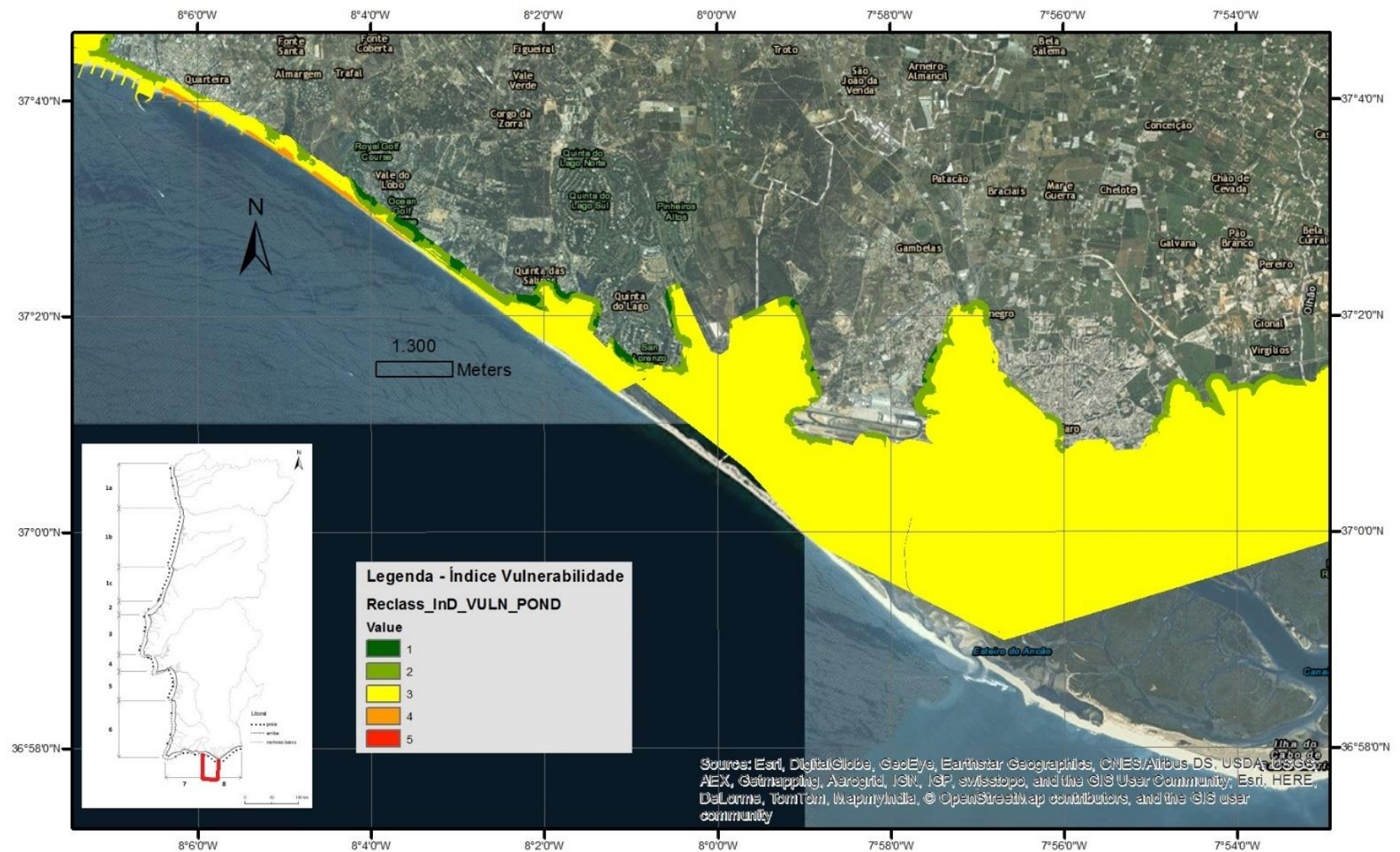


Figura 4.36 – Mapa do índice de vulnerabilidade da zona 1 da célula sedimentar 8

# Índice Vulnerabilidade

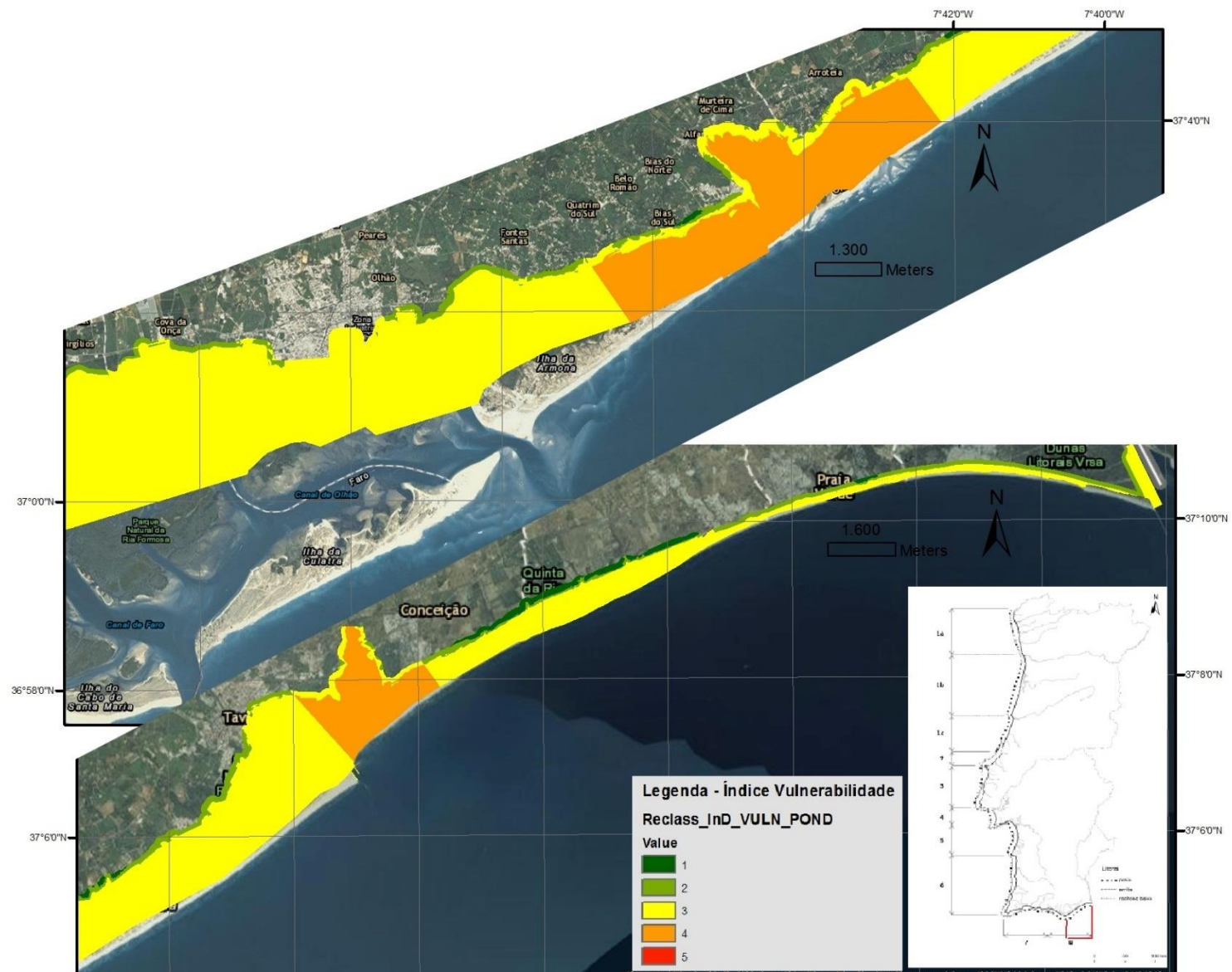


Figura 4.37 – Mapa do índice de vulnerabilidade da zona 2 e 3 da célula sedimentar 8.



## Índice Risco

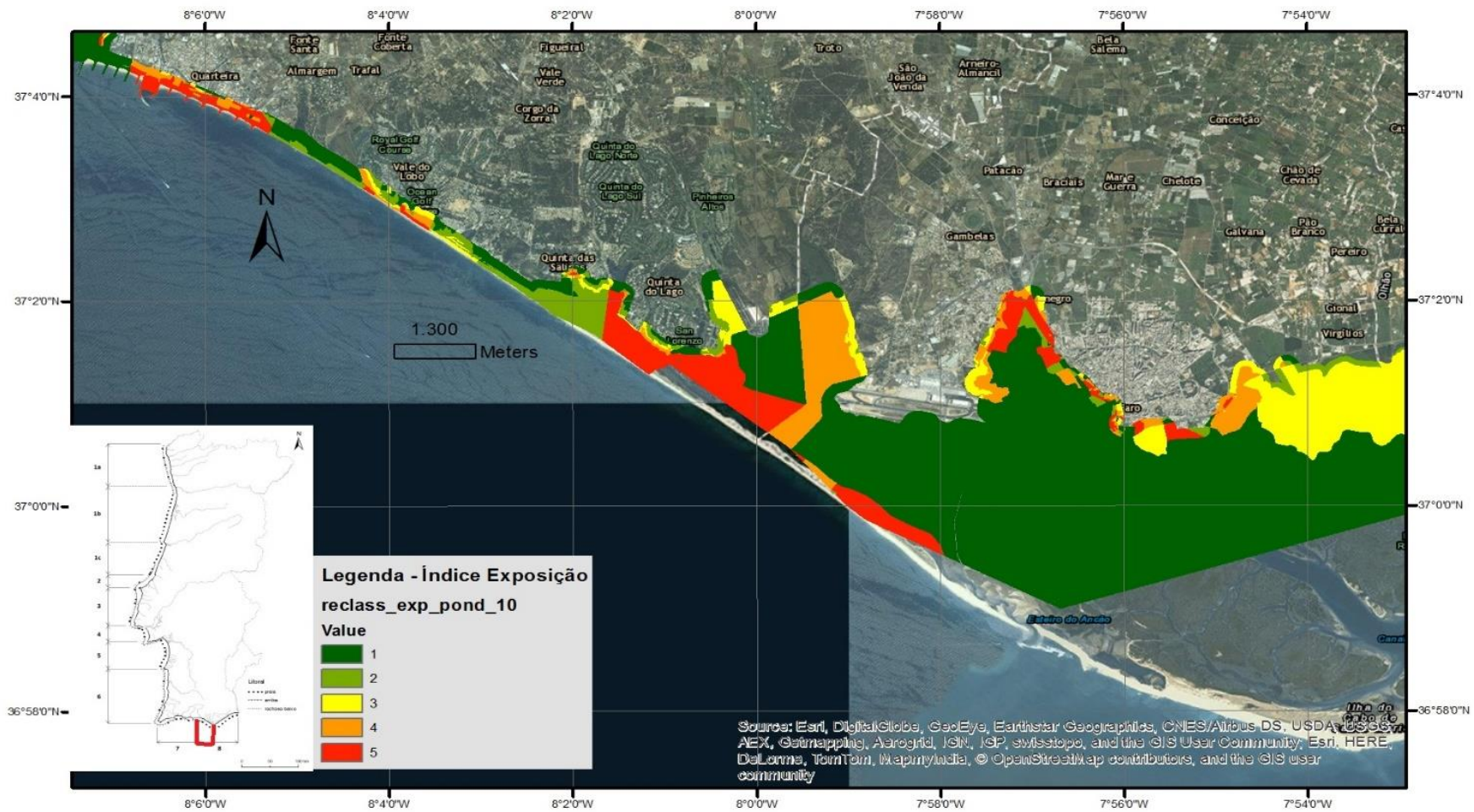


Figura 4.38 – Mapa do índice de risco da zona 1 da célula sedimentar 8.

# Índice Risco

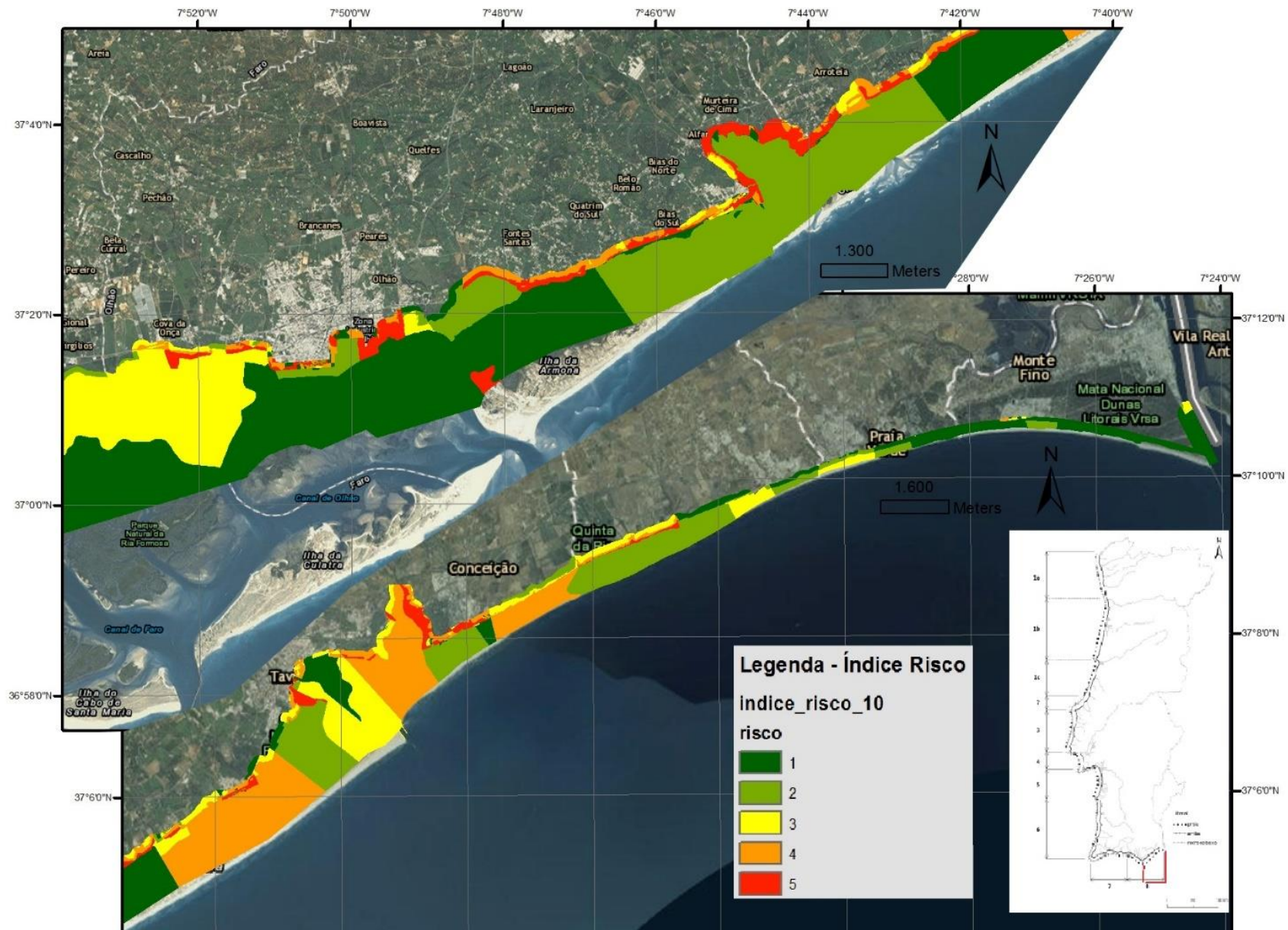


Figura 4.39 – Mapa do índice de risco da zona 2 e 3 da célula sedimentar 8.



### 4.3 Mapas dos critérios e índices de exposição, vulnerabilidade e risco da Praia do Furadouro

A Praia do Furadouro localiza-se em Ovar na *célula sedimentar 1b* (figura 4.40). Neste capítulo serão apresentados os critérios e subcritérios utilizados para a obtenção dos índices de exposição, vulnerabilidade e risco, assim como os mapas dos referidos índices no local de estudo dos custos das estratégias de adaptação (Praia do Furadouro).



Figura 4.40 – Localização da Praia do Furadouro em Portugal Continental

#### 4.3.1 Critérios de exposição

##### 4.3.1.1 Exposição humana

A classificação de exposição quanto ao número de residentes no local de estudo pode ser observada na figura 4.41. A mesma classificação quanto ao número de presentes pode ser observada na figura 4.42. Comparando os dois mapas constata-se que são muito idênticos, com a exceção de uma subseção, que no mapa do *número de residentes* é muito elevada, enquanto no mapa do *número de presentes* a vulnerabilidade é elevada.

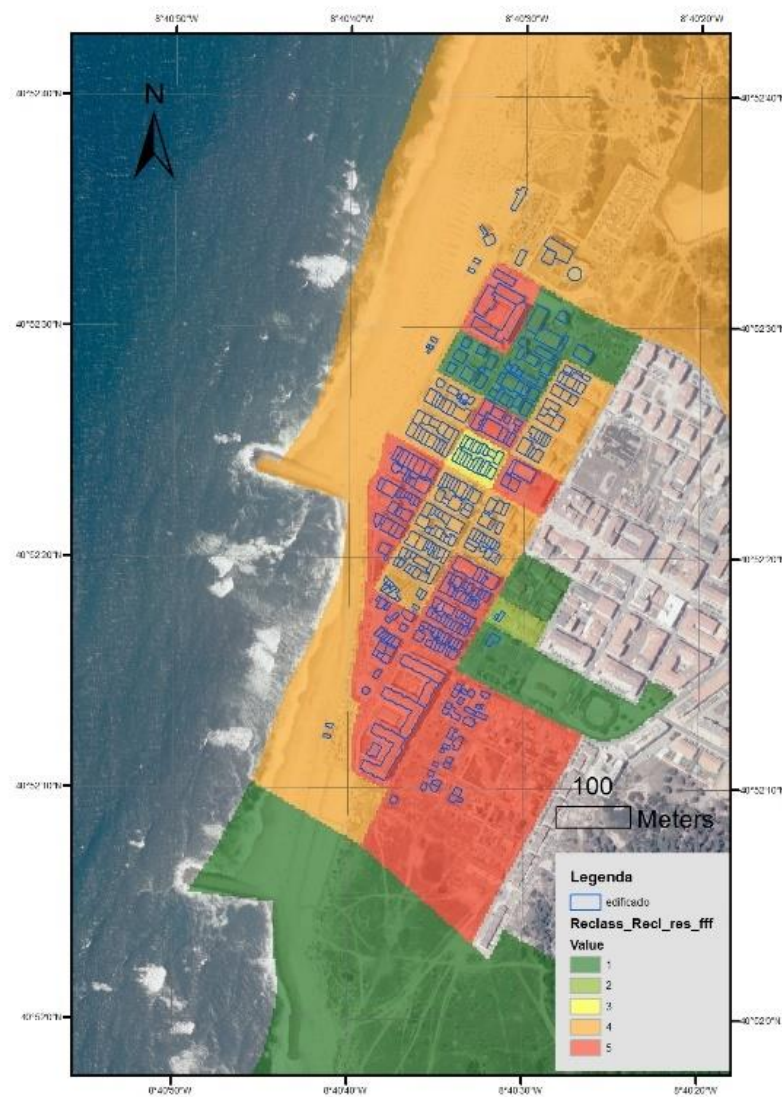


Figura 4.41 – Mapa do critério de exposição *número de residentes* e respetiva classificação

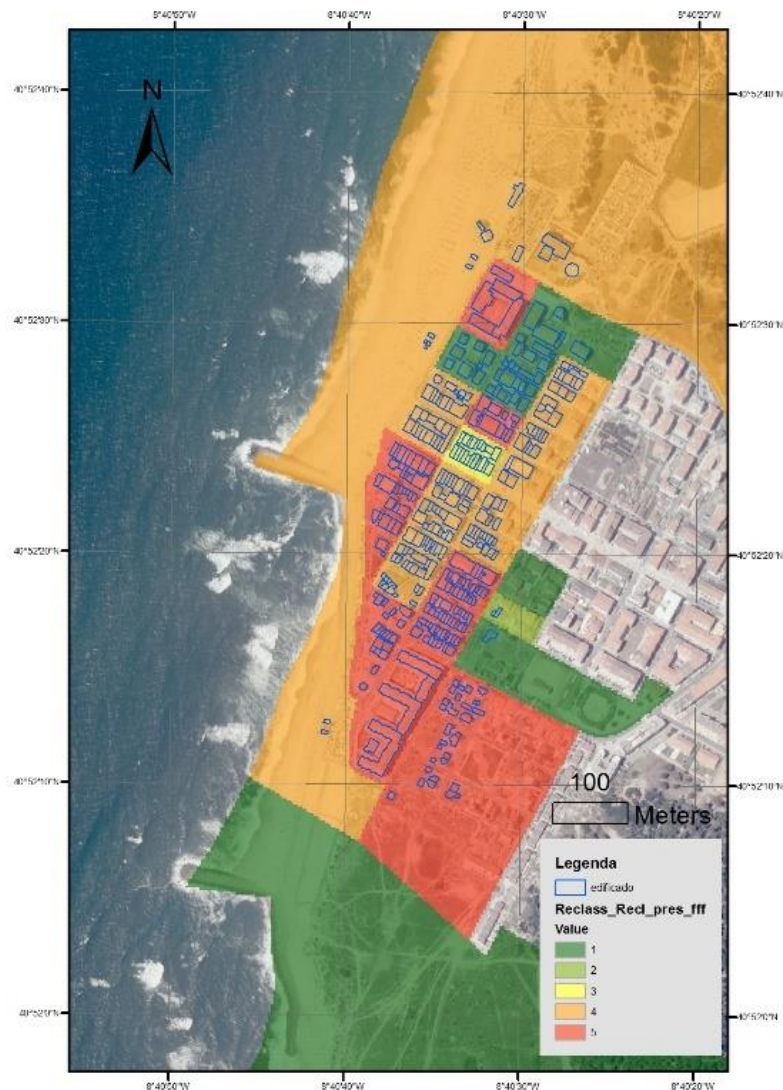


Figura 4.42 – Mapa do critério de exposição *número de presentes* e respetiva classificação.

Os mapas dos subcritérios de exposição *densidade de residentes* e *densidade de presentes* podem ser observados na figura 4.43 e na figura 4.44, respetivamente. Conforme se pode verificar ambos os mapas são muito semelhantes, não havendo diferenças entre as classificações de exposição.

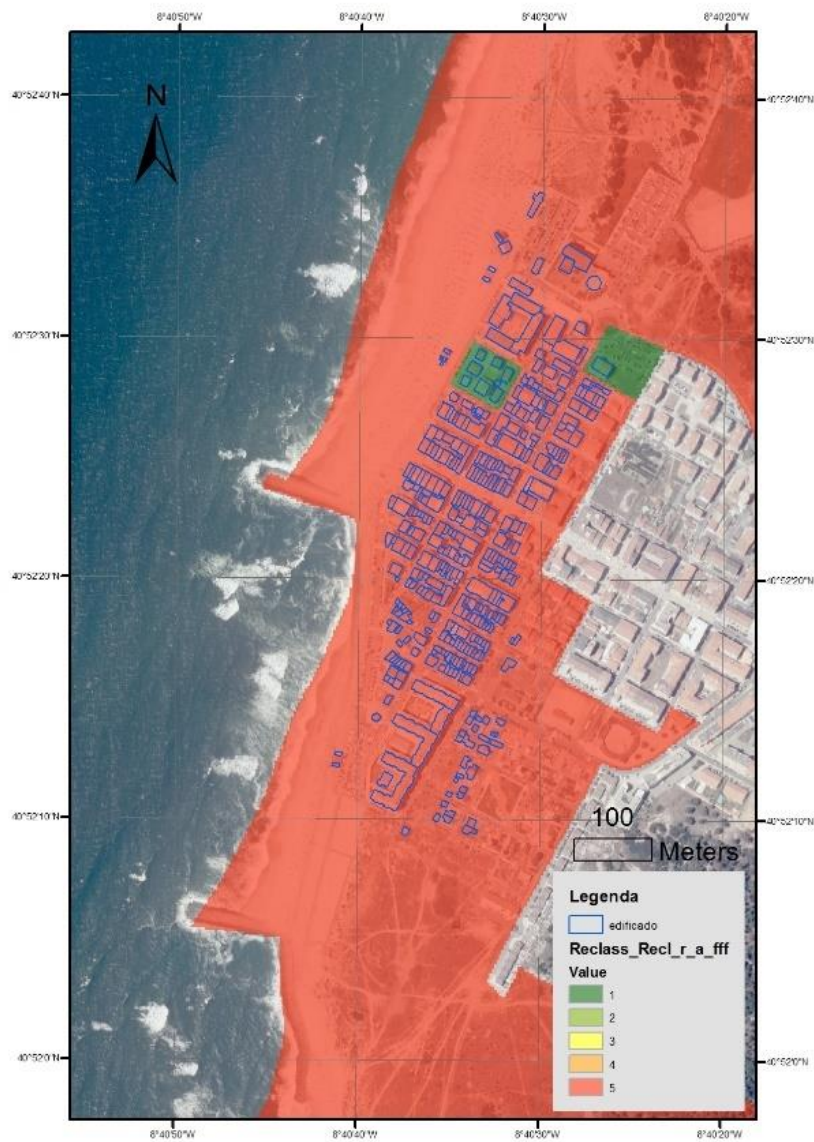


Figura 4.43 – Mapa do critério de exposição *densidade de residentes* e respetiva classificação



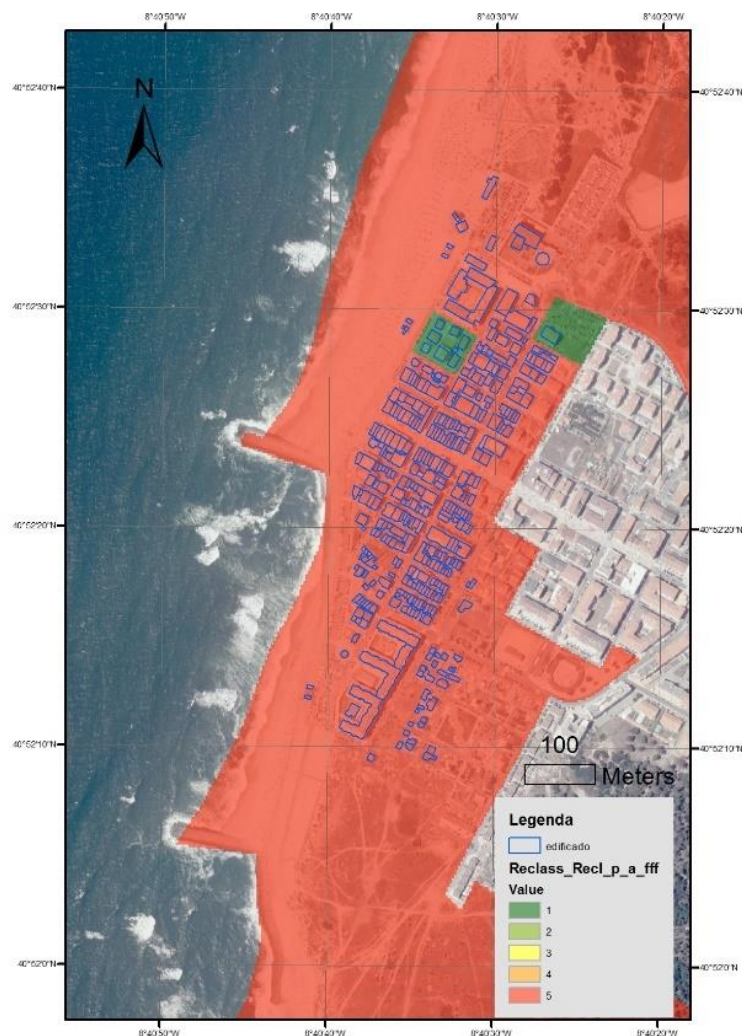


Figura 4.44 – Mapa do critério de exposição *densidade de presentes* e respetiva classificação

#### 4.3.1.2 Exposição do edificado

A classificação da exposição quanto aos subcritérios *número de edifícios clássicos* e *número de alojamentos* podem ser observados na figura 4.45 e figura 4.46, respetivamente. A classificação de exposição em relação a estes critérios é muito elevada, principalmente nos locais com mais edificação. Comparando os dois mapas verifica-se que o subcritério de *número de edifícios clássicos* é ligeiramente menos exposto que o subcritério *número de alojamentos*, pois a área de estudo é composta por edifícios com vários alojamentos e andares. Contudo, o subcritério *densidade de alojamentos no edificado* poderá ser esclarecedora.

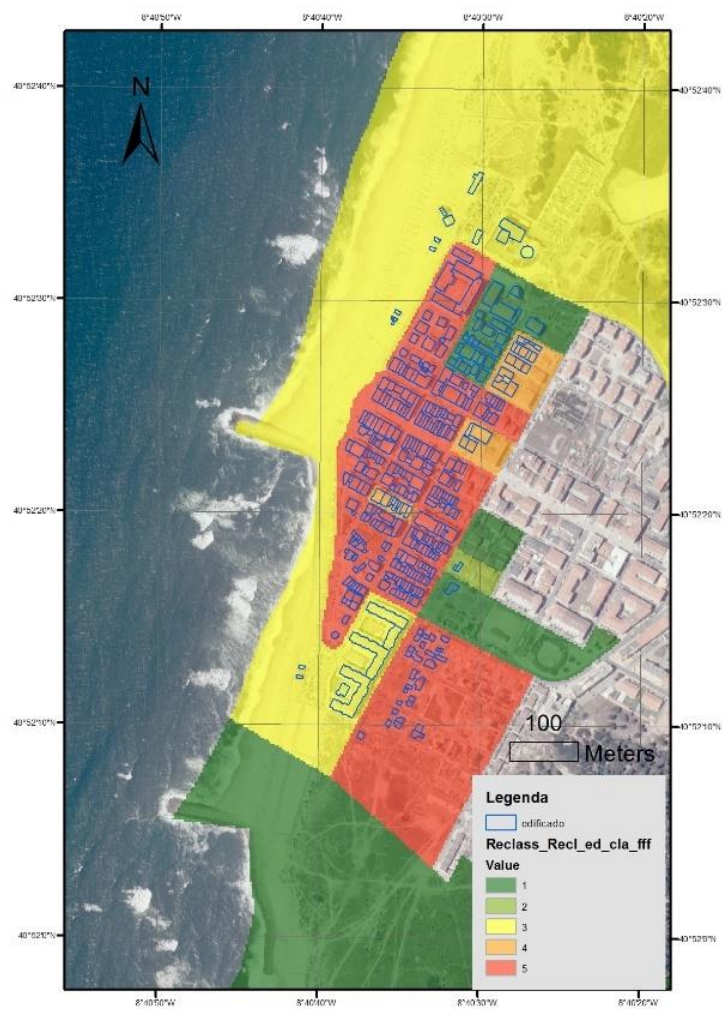


Figura 4.45 – Mapa do critério de exposição *número de edifícios clássicos*.

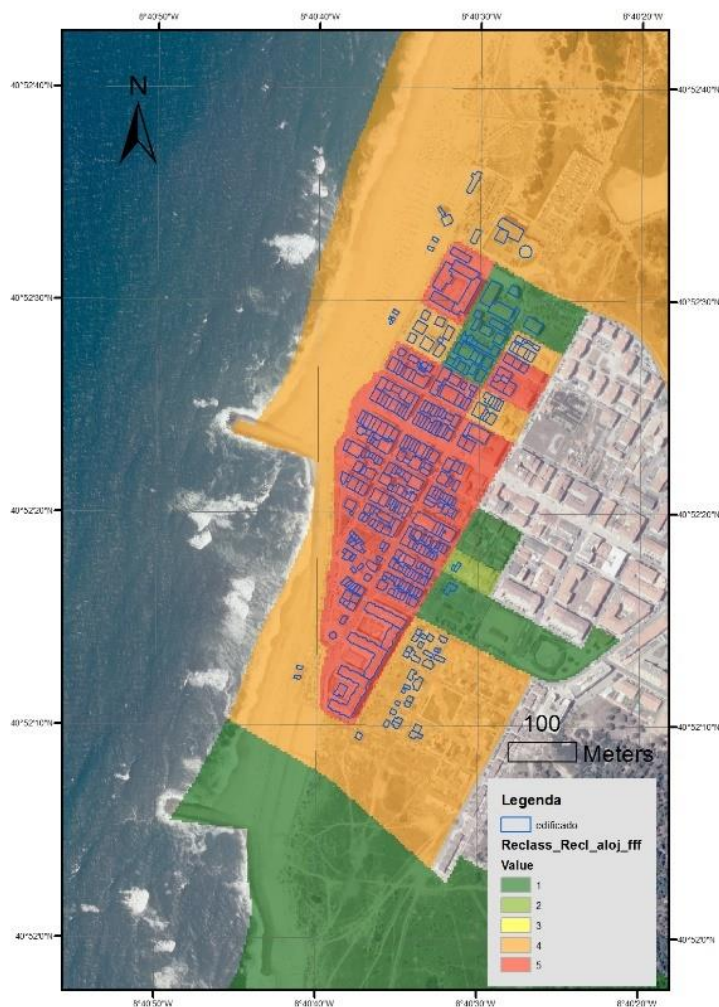


Figura 4.46 – Mapa do critério de exposição *número de alojamentos*

O mapa do subcritério de exposição *densidade de alojamentos no edificado* pode ser observado na figura 4.47. Conforme se pode verificar, a Praia do Furadouro é classificada na generalidade de exposição pouco significativa em relação ao subcritério densidade de *alojamento no edificado*. Isto resulta do facto desta localidade ter um aglomerado urbano denso em altura, constituído por edifícios com vários andares e alojamentos, sendo que os alojamentos dos andares superiores estão menos expostos à ação do mar. Verifica-se que a zona mais exposta neste subcritério é constituída por edifícios térreos.

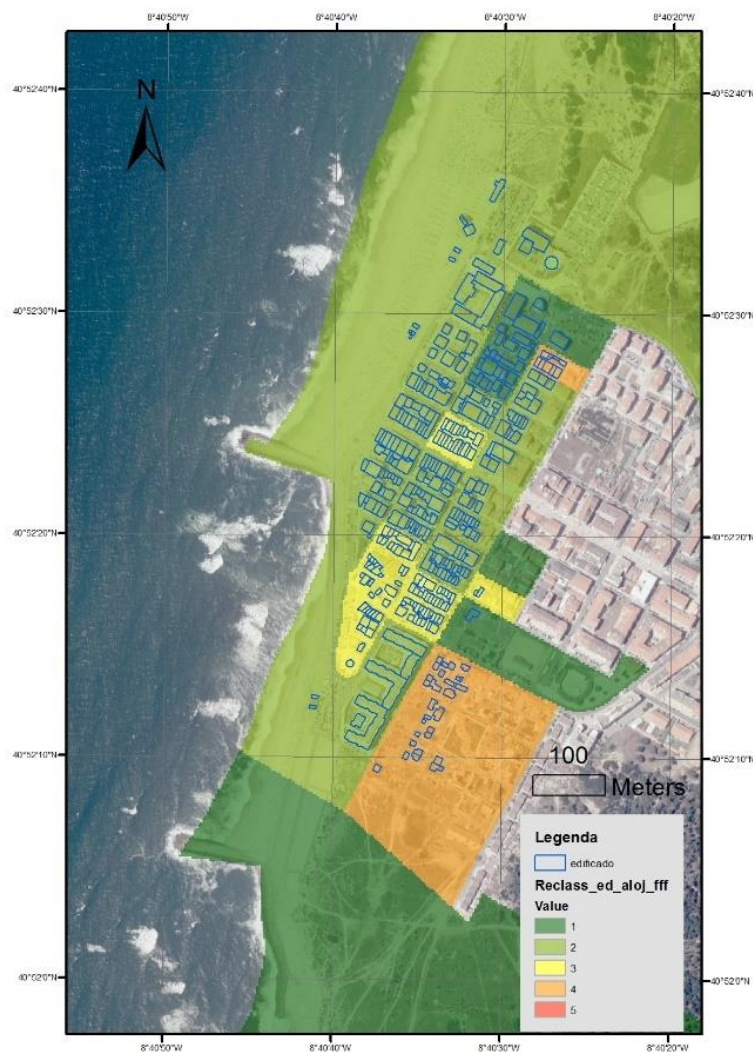


Figura 4.47 – Mapa do critério de exposição *densidade de alojamentos no edificado*

#### 4.3.2 Critérios de vulnerabilidade

A classificação do critério de vulnerabilidade *distância à linha de costa* na Praia do Furadouro pode ser observada na figura 4.48. Conforme se pode verificar os únicos edifícios com vulnerabilidade muito elevada, quanto à distância à linha de costa, são equipamentos e apoios balneares.





Figura 4.48 – Mapa do critério *distância à linha de costa* e respectiva classificação de vulnerabilidade

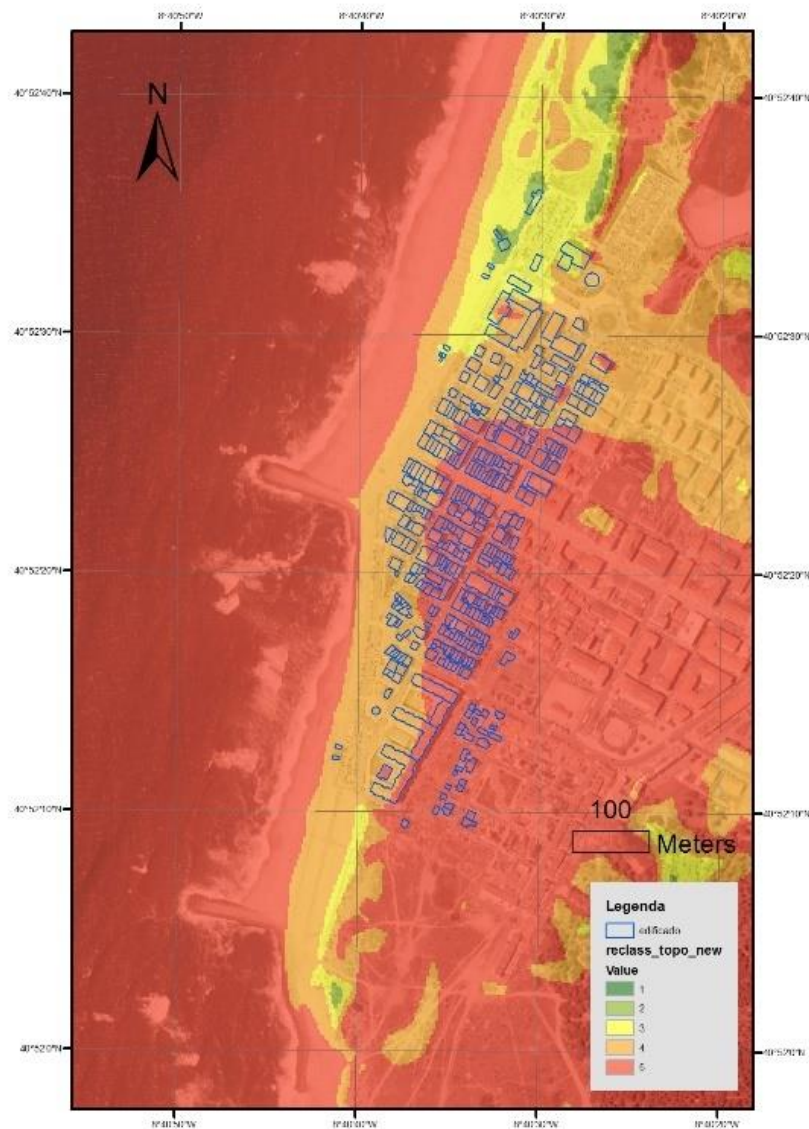


Figura 4.49 – Mapa do critério *topografia* e respetiva classificação de vulnerabilidade

Na figura 4.49 pode-se constatar que a Praia do Furadouro é muito vulnerável quanto à topografia. Verifica-se que mesmo nas zonas mais afastadas da linha de costa, a vulnerabilidade é muito elevada devido a cotas inferiores a 6 m. Esta situação indicia que, na sua génese, a frente do aglomerado ocupou a duna frontal, com cotas mais elevadas e atualmente defendida pelas obras costeiras e a zona a cotas mais baixas do aglomerado coincidem com o tardoz do sistema dunar pré-existente.



O mapa com a classificação do critério *artificialização do solo* pode ser observado na figura 4.50. Conforme se pode observar, as zonas com edificado são as classificadas com vulnerabilidade muito elevada e as zonas sem edificado com menor vulnerabilidade. Verifica-se que as praias são classificadas com vulnerabilidade moderada, pois o solo não é revestido. As zonas com o solo revestido com vegetação são as zonas menos vulneráveis.



Figura 4.50 – Mapa do critério *artificialização do solo* e respetiva classificação de vulnerabilidade

A Praia do Furadouro foi classificada de planície litoral tendo uma classificação de vulnerabilidade elevada quanto à geomorfologia.

Em termos geológicos a superfície é constituída por areias de duna e de praia, tendo a classificação de vulnerabilidade muito elevada

A classificação de vulnerabilidade quanto à erosão é elevada, pois é uma zona com elevadas taxas de erosão (GTL, 2014).

A classificação de vulnerabilidade quanto à agitação do mar é muito elevada, pois o mar no litoral continental nordeste português é muito agitado.

#### **4.3.3 Índice de Exposição**

O mapa do índice de exposição que resulta da análise multicritério pode ser observada na figura 4.51. Conforme se pode verificar esta localidade tem exposição muito elevada na frente urbana e na zona com edifícios térreos (zona com classificação de exposição elevada no subcritério *densidade de alojamento no edificado*).

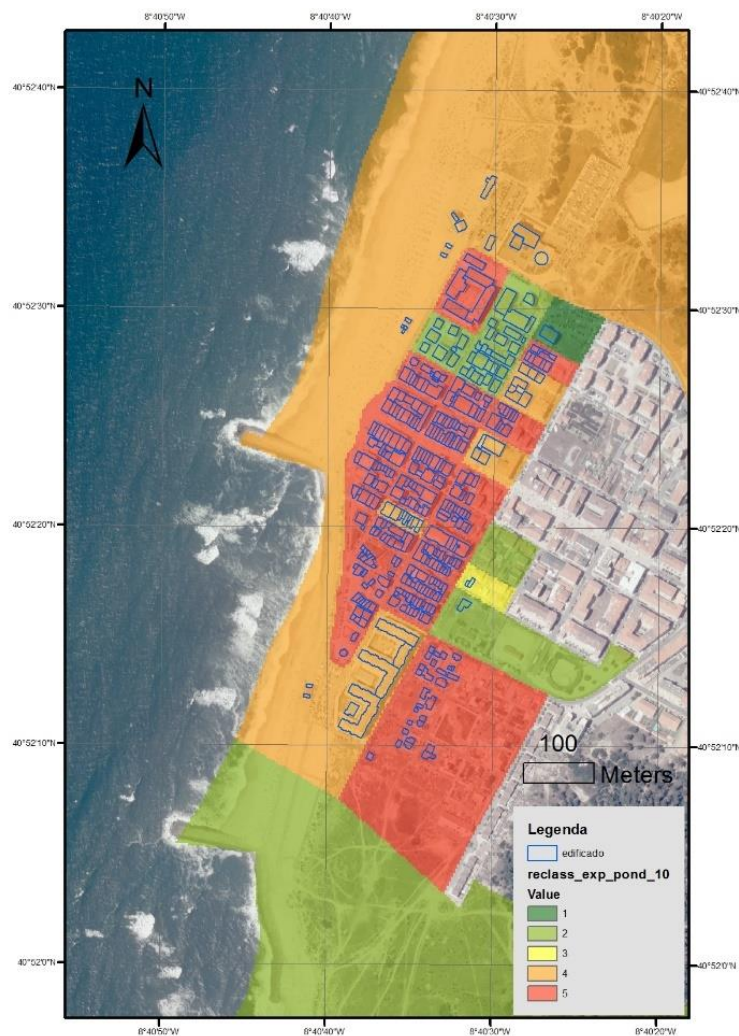


Figura 4.51 – Mapa do índice de exposição da Praia do Furadouro.

#### 4.3.4 Índice de Vulnerabilidade

Através da análise multicritério baseada na vulnerabilidade obteve-se o mapa do índice de vulnerabilidade que se pode observar na figura 4.52. As zonas com maior vulnerabilidade são as zonas junto à linha de costa. As restantes zonas, quase na totalidade, são classificadas com índice de vulnerabilidade elevado. Não existe grande diferenciação em função da distância à LLL e das cotas.

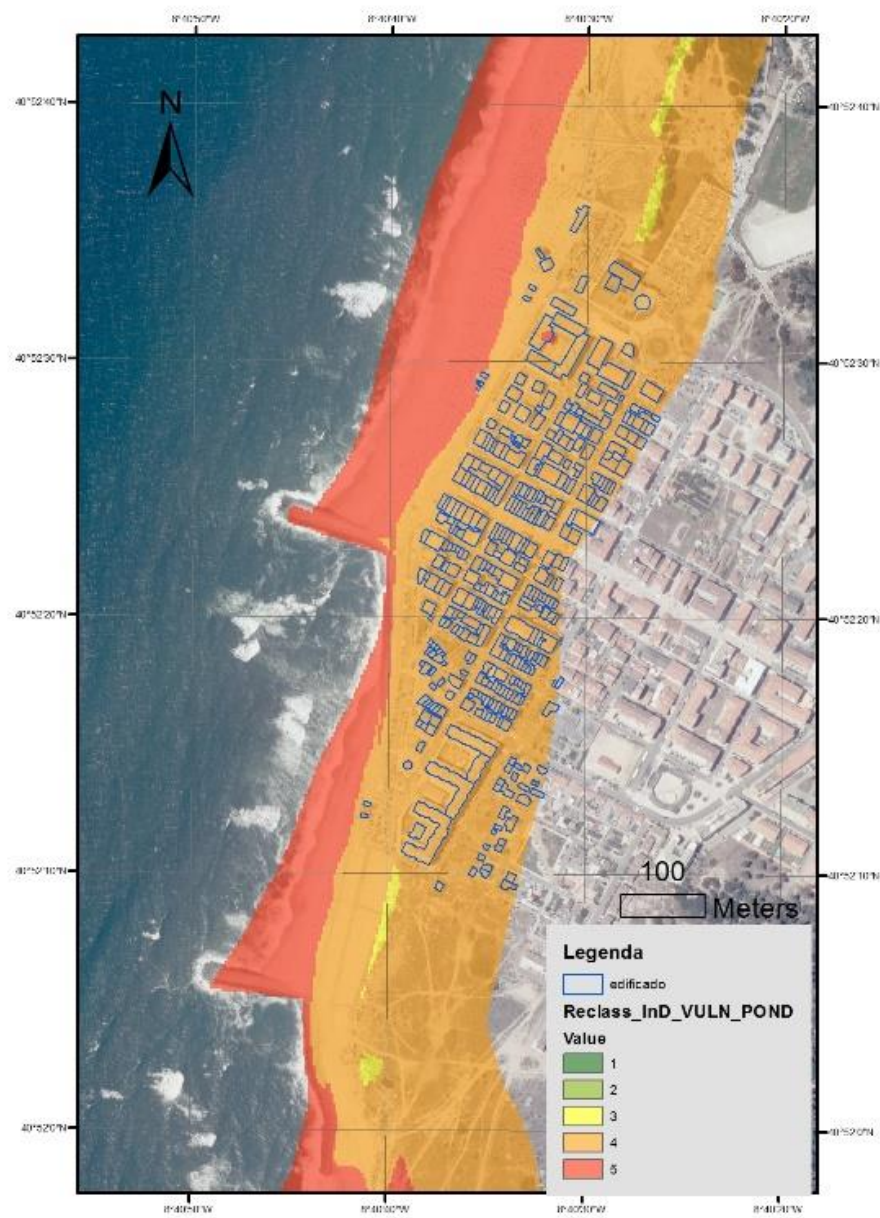


Figura 4.52 – Mapa do índice de vulnerabilidade da Praia do Furadouro.



#### 4.3.5 Índice de Risco

O mapa do índice de risco obtido da análise conjunta dos índices de exposição e vulnerabilidade através da matriz de classificação do risco (tabela 13) pode ser observado na figura 4.53. a Praia do Furadouro é na generalidade classificada com um índice de risco muito elevado, sendo que praticamente todas as zonas habitadas têm essa classificação.

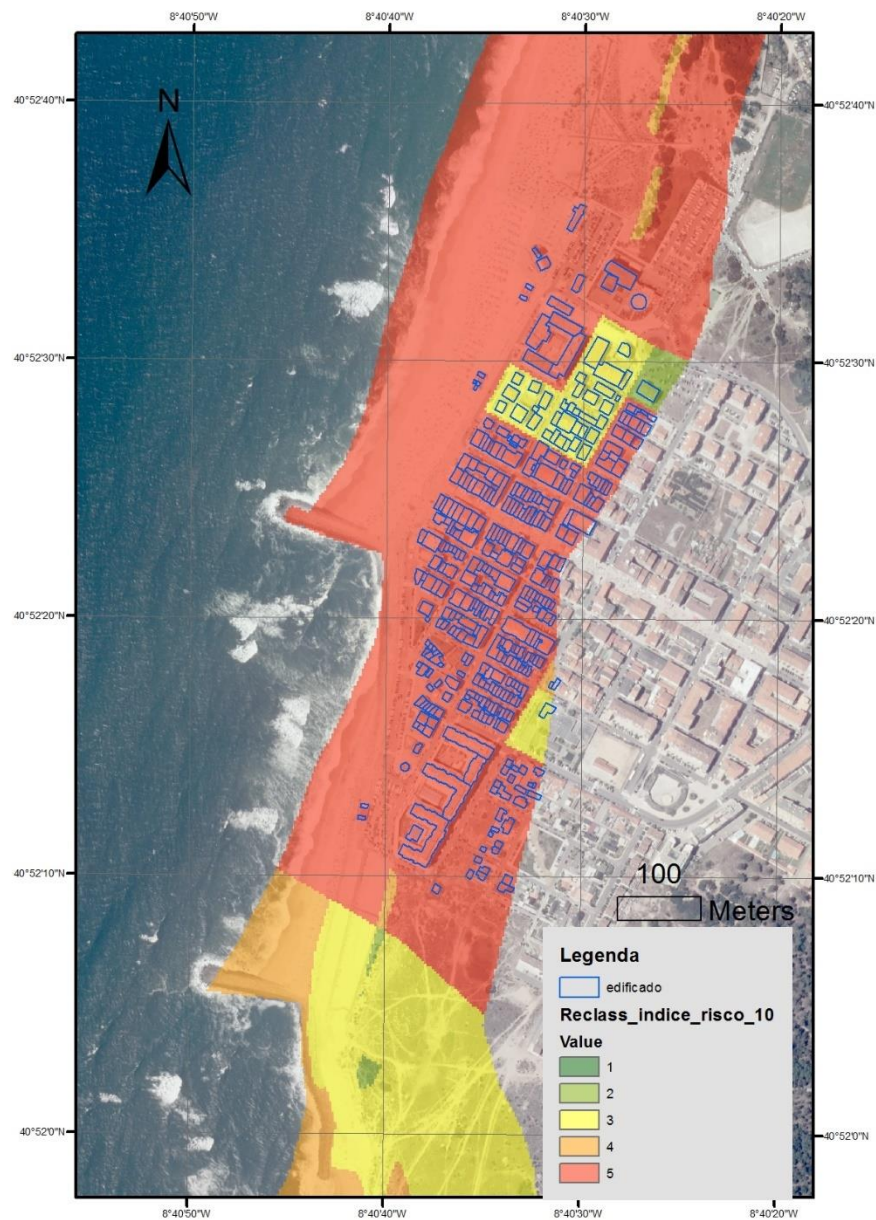


Figura 4.53 – Mapa do índice de risco da Praia do Furadouro

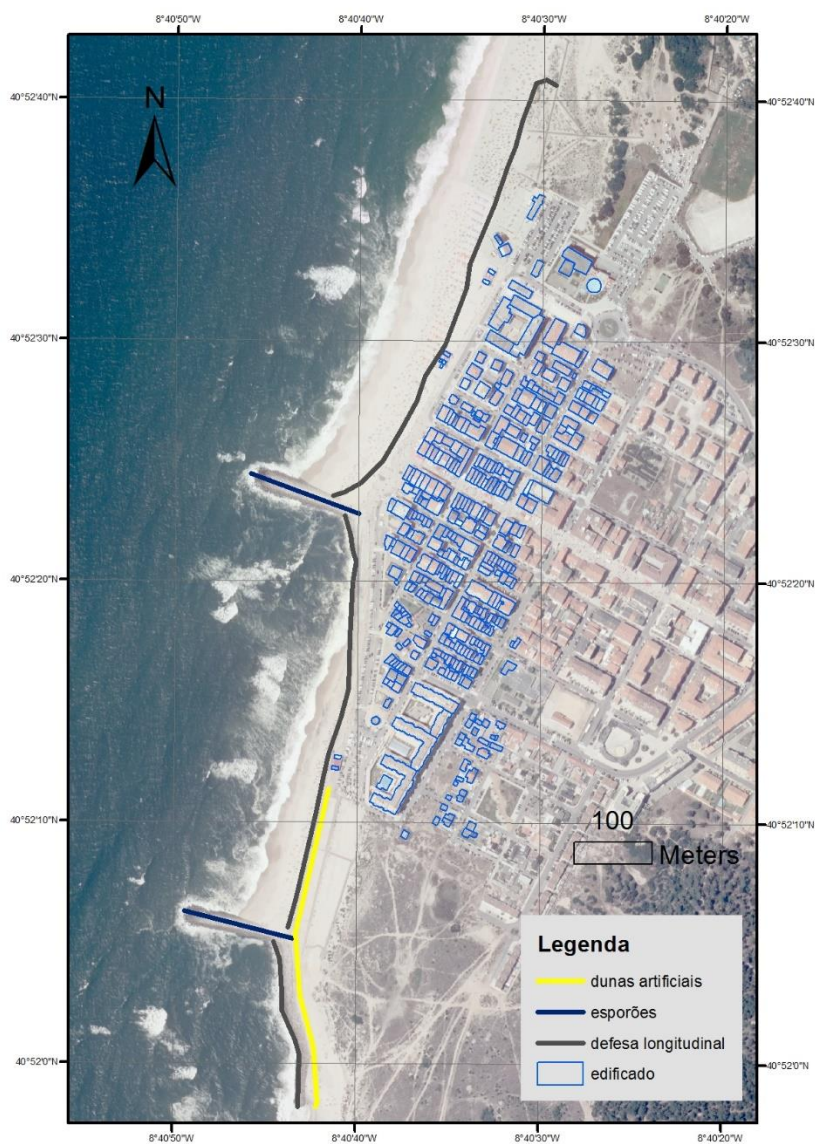


Na frente do aglomerado, existem zonas com risco moderado, o que não era expectável, pois mesmo com pouca exposição era expectável que o risco fosse no mínimo de elevado.

Ocorrem diferenças de classificação muito acentuadas, “saltos” bruscos de classificação muito elevada para moderada entre zonas muito próximas, levando a querer que o modelo necessita de ser balanceado.

#### 4.4 Obras de defesa e proteção costeira

O mapa com a localização das obras de defesa e proteção costeira do local de estudo (Praia do



Furadouro) pode ser observado na figura 4.54. Conforme se pode verificar, este aglomerado é defendido por 2 esporões, uma obra de defesa longitudinal e a sul foram criadas cotas com depósitos de sedimentos na traseira da obra aderente para minimizar galgamentos. Este mapa foi utilizado para a medição das obras de defesa. Esta medição é necessária para a análise dos custos de defesa.

#### 4.5 Custos das estratégias de adaptação na Praia do Furadouro

A Avaliação dos custos financeiros da estratégia de defesa/proteção, acomodação e realocização podem ser observados nos Anexo 7.12 “TABELA DOS CUSTOS DA ESTRATÉGIA DE DEFESA/PROTEÇÃO” e Anexo 7.13 “TABELA DOS CÁLCULOS DOS CUSTOS DA ESTRATÉGIA DE RELOCALIZAÇÃO E ACOMODAÇÃO NO ANO INICIAL” Na tabela 18 pode-se observar o custo acumulado das diferentes estratégias de adaptação e na figura 4.55 pode-se observar o respetivo gráfico.

Tabela 18 – Custos acumulados das estratégias de adaptação ao longo de 50 anos no local de estudo (Praia do Furadouro)

	DEFESA/PROTEÇÃO	ACOMODAÇÃO	DEFESA/PROTEÇÃO + ACOMODAÇÃO	RELOCALIZAÇÃO
Anos	Custo acumulado (M€)			
2014	0,0	21,9	21,9	74,6
2019	5,3	21,9	27,2	74,6
2024	11,3	21,9	33,3	74,6
2029	18,4	21,9	40,3	74,6
2034	26,6	21,9	48,5	74,6
2039	36,1	67,9	103,9	74,6
2044	47,1	67,9	114,9	74,6
2049	59,8	67,9	127,7	74,6
2054	74,6	67,9	142,5	74,6
2059	91,7	67,9	159,6	74,6
2064	111,6	164,1	275,6	74,6

Os custos de defesa/proteção ocorrem de 5 em 5 anos, os custos de acomodação de 25 em 25 anos (acumulados pelos custos de defesa de 5 em 5 anos) e os custos de realocização são efetuados uma única vez. Em 2064 os custos de defesa/proteção+acomodação são 276 milhões de euros, os custos de defesa/proteção são 112 milhões de euros, os custos de acomodação 164 milhões de euros e os custos de realocização são 75 milhões de euros.

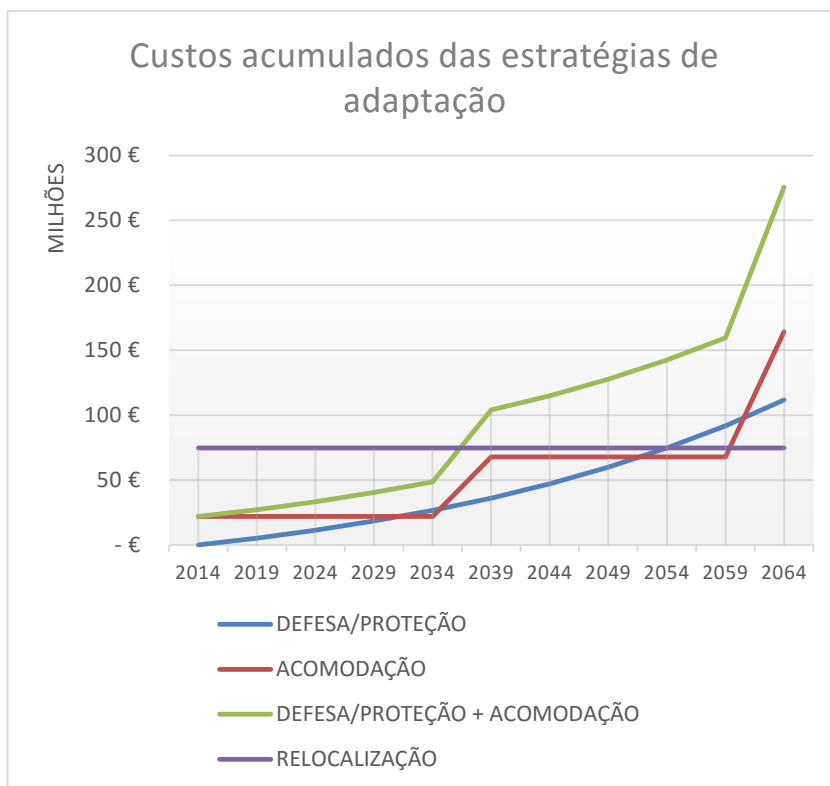


Figura 4.55 – Gráfico dos custos acumulados das estratégias de adaptação

Analisando o gráfico da figura 4.56 verifica-se que os custos de relocalização intersectam os custos da estratégia mista da defesa e acomodação entre 2034 e 2039, os custos de defesa em 2054 e os custos de acomodação imediatamente a seguir a 2059. Assim, a partir de aproximadamente 2036 os custos de *defesa/proteção+acomodação* acumulados passam a ser superiores aos custos da relocalização, a partir de 2054 os custos de defesa/proteção ultrapassam os custos de relocalização e em 2059/60 os custos de acomodação são superiores aos custos de relocalização. Sendo que são precisos aproximadamente 22 anos para os custos de relocalização compensarem em relação aos custos de *defesa/proteção+acomodação*, 40 anos para os custos de relocalização compensarem em relação aos custos de defesa/proteção e 45 anos para os custos de relocalização compensarem em relação aos custos de acomodação. Embora os custos de relocalização tenham um custo inicial superior, comparando com as restantes estratégias, tornam-se, com o tempo, a estratégia com menos custos.

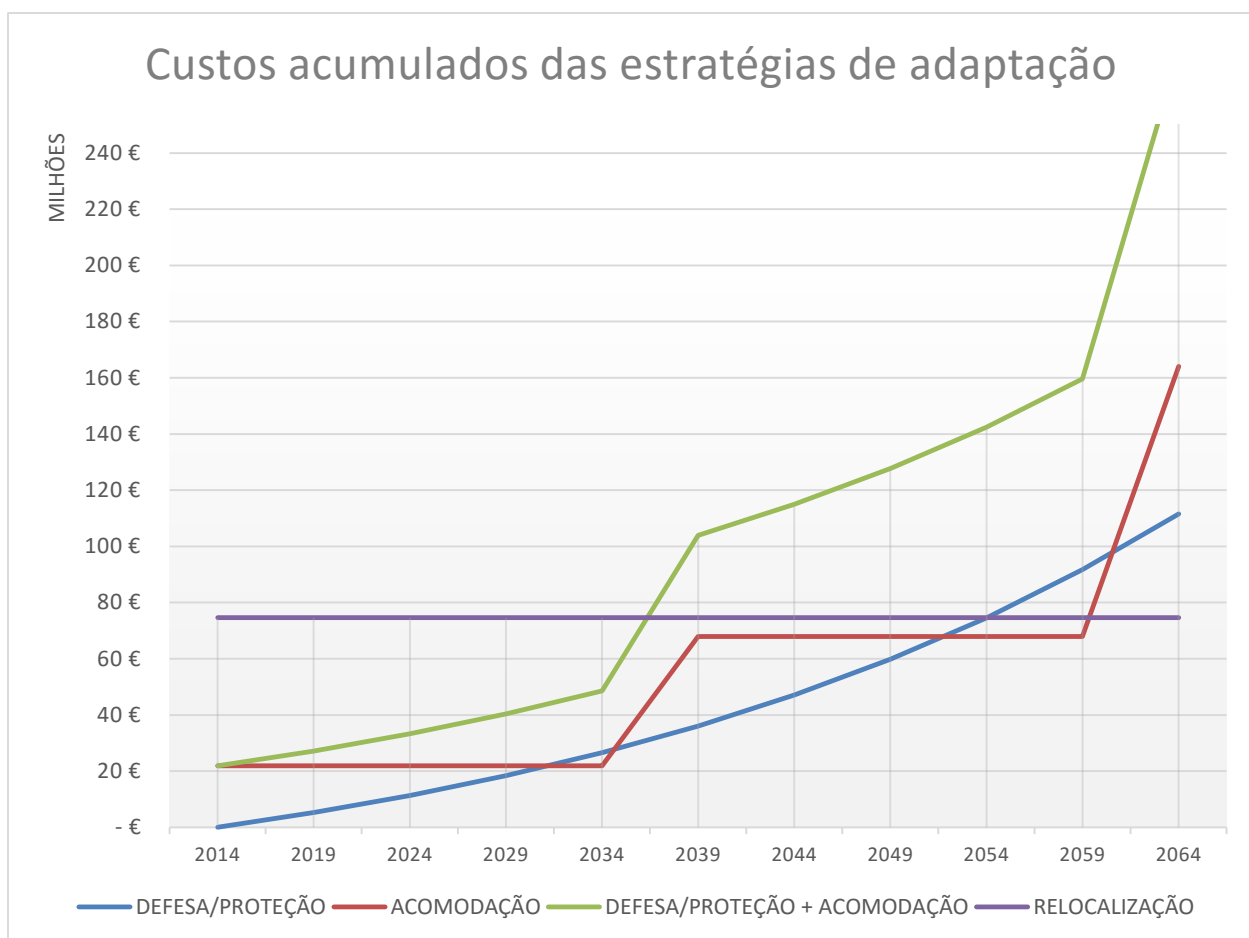


Figura 4.56 – Zoom ao gráfico dos custos acumulados das estratégias de adaptação

Os custos de defesa/proteção também intersectam com os custos de acomodação. As intersecções são em 2031, 2035, 2051 e 2059, sendo que os custos acumulados de manutenção só são inferiores aos custos de relocação entre 2031 e 2035 e entre 2051 e 2059. Contudo, a tendência é de os custos de acomodação serem superiores aos custos de defesa.

## 5 Conclusão

---

O trabalho teve o objetivo de elaborar uma estratégia de adaptação para os litorais artificializados em risco de erosão, galgamento e inundação costeira, incluindo as estratégias combinadas de defesa/proteção, acomodação e realocização, baseadas na modelação dos processos costeiros e na ocupação humana, através de análises multicritérios e análises de custo. O trabalho surge no âmbito de um estágio na Agência Portuguesa do Ambiente, I.P..

Foi proposto um modelo de identificação e classificação de zonas expostas, vulneráveis e em risco de erosão, galgamento e inundação costeira à escala nacional numa faixa que compreende a batimétrica e 200m para o interior da linha de costa. Para tal, seleccionou-se critérios que caracterizassem o problema e procedeu-se à classificação do litoral continental segundo os mesmos critérios.

Foram seleccionados 6 critérios de vulnerabilidade (topografia, distância à linha de costa, geologia, geomorfologia, erosão/acreção costeira, artificialização do solo) e 2 critérios de exposição (humano e edificado) compostos pelos 7 subcritérios (número de edifícios clássicos, número de alojamentos, densidade de alojamentos no edificado, número de residentes, número de presentes, densidade de residentes e densidade de presentes).

A classificação dos critérios de exposição teve como base os dados dos censos de 2011 do INE, nomeadamente o número de presentes, residentes, alojamentos e edifícios clássicos. A classificação dos critérios de vulnerabilidade teve como base dados históricos de agitação marítima e taxas de erosão, fotografias aéreas do litoral continental português cedidas pela APA, a carta de ocupação dos solos de 2007 e o mapa digital geológico de Portugal. Os critérios foram classificados numa escala numérica entre 1 (muito baixo) e 5 (muito elevado).

Foram atribuídos pesos de importância aos critérios para a avaliação em causa, com a contribuição do Co-orientador da tese e do autor. Os índices de vulnerabilidade e exposição resultaram de uma análise multicritério ponderada recorrendo ao SIG *ArcGis*. O índice de risco resultou da interseção dos índices de exposição e vulnerabilidade através da matriz de risco. A classificação dos índices foi feita numa escala entre 1 (muito baixo) e 5 (muito elevado).

Os resultados dos índices, obtidos através da análise multicritério, para o litoral continental português, foram apresentados sob a forma de mapas divididos pelas células sedimentares. Os principais resultados foram:



- *Subcélula 1 a* – vulnerabilidade de moderada a elevada; exposição muito elevada e índice de risco muito elevado.
- *Subcélula 1b* – exposição muito elevada na zona mais a norte, principalmente até Ovar; vulnerabilidade muito elevada a sul da barra da ria de Aveiro; risco muito elevado na zona norte da célula até Ovar e a sul da barra da Ria de Aveiro.
- *Subcélula 1c* – exposição muito elevada pontualmente localizada nos aglomerados urbanos, sendo a subcélula sedimentar menos exposta da célula sedimentar 1; vulnerabilidade muito elevada a sul da Figueira da Foz até Leirosa; risco muito elevado nos aglomerados de Gala, Costa de Lavos e Leirosa.
- *Célula 2* – exposição muito elevada pontualmente nos aglomerados urbanos; baixa vulnerabilidade na generalidade da célula; risco reduzido na generalidade, mas com risco muito elevado nos principais aglomerados nas zonas adjacentes à linha de costa.
- *Célula 3* – exposição significativa na generalidade; vulnerabilidade muito reduzida; risco muito reduzido.
- *Célula 4* – exposição muito elevado na margem norte do rio Tejo, na Costa da Caparica e Fonte da Telha; vulnerabilidade muito reduzida na margem norte do rio Tejo e muito elevada na Costa da Caparica; risco muito elevado na Costa da Caparica.
- *Célula 5* – exposição muito elevada nos aglomerados a norte da foz do rio Sado; vulnerabilidade reduzida; risco reduzido na generalidade com excepção para a zona adjacente à linha de costa em Sesimbra.
- *Célula 6* – exposição moderada; vulnerabilidade reduzida; risco reduzido.
- *Célula 7* – exposição muito elevada; vulnerabilidade reduzida; risco moderado na generalidade e muito elevado em Meia Praia.
- *Célula 8* – exposição muito elevada; vulnerabilidade moderada a elevada; risco moderado a muito elevado.

A análise dos custos associados às diferentes estratégias de adaptação foi realizada num aglomerado com risco elevado de erosão, galgamento e inundação costeira, a Praia do Furadouro, em Ovar incluída na célula sedimentar 1b. Neste local também foram apresentados as classificações dos critérios e dos índices. Realizou-se uma avaliação integrada das estratégias de adaptação e dos custos

associados a diferentes caminhos de adaptação (defesa/proteção, acomodação e realocização) através da análise dos custos ao longo do tempo (50 anos) considerando cenários de risco muito elevado, obtidos no modelo de identificação de zonas em risco.

A Praia do Furadouro é um local na generalidade com exposição muito elevada devido à elevada densidade populacional e de edificado. A vulnerabilidade é elevada a muito elevada, pois integra-se planície litoral com altitudes frequentes inferiores a 6 m, a agitação do mar é muito elevada e as taxas de erosão igualmente. O risco é muito elevado resultado da elevada vulnerabilidade e exposição.

As estratégias de adaptação utilizadas neste caso de estudo foram a defesa/proteção, a acomodação, a estratégia combinada de defesa+acomodação e a realocização. Na estratégia de acomodação considerou-se que o custo seria 30 % do preço de construção de um alojamento com a mesma área e com uma manutenção periódica (25 a 25 anos). Na realocização considerou-se os preços de demolição e os preços de construção do edificado realocizado.

Os resultados da análise dos custos das estratégias de adaptação ao fim de 50 anos foram, por ordem decrescente, 276 milhões de euros na estratégia combinada de defesa e acomodação, 164 milhões de euros na estratégia de acomodação, 112 milhões de euros baseado na estratégia atual de defesa e 75 milhões de euros na estratégia de realocização. Assim, pode-se concluir que em relação ao custo financeiro, a estratégia de realocização é a que suporta menos custos já que os custos a ter com a combinação de Defesa e Acomodação ultrapassam os custos de Realocização a partir do quinquénio 2034-39. Porém, a análise estaria mais completa se fossem contabilizados os benefícios financeiros de cada estratégia.

Qualitativamente pode-se dizer que a estratégia de realocização é a que minimiza mais o risco, uma vez que as edificações em risco são, em princípio, realocizadas para uma zona sem risco. São ganhos espaços públicos não edificados com a dupla função de constituírem barreiras à ação do mar e ao mesmo tempo utilizados como zonas de lazer e recreação. No entanto, a resistência das populações em abandonar espaços onde para além do valor patrimonial acrescem fatores afetivos terá que ser um problema a considerar. É expectável que com uma adequada informação baseada em processos de decisão partilhada e onde se tenha em consideração a co-responsabilização e os custos partilhados, muito provavelmente e face ao crescente perigo será possível uma mudança de mentalidades. Esta análise não ponderou outros custos, como os custos sociais e ambientais

O modelo de obtenção do índice de risco à escala nacional mostrou ser uma ferramenta útil para a identificação de zonas em risco e para auxiliar a tomada de decisão no planeamento e gestão do

risco costeiro, podendo ser adaptado para a outras realidades ou escalas. Pode também ser utilizado por seguradoras para a avaliação do imóvel em relação ao risco. Contudo carece de melhorias designadamente no ajustamento dos critérios em função da real situação que existe no território. Por exemplo, os resultados para S. Martinho do Porto aparecem claramente distorcidos face ao facto de LLL envolver águas abrigadas. Também na Ria Formosa, para além do aspeto legal do limite do leito não estar ajustado ao modelo, concorre ainda a existência de aglomerados de génese clandestina em local considerado pela lei como leito do mar e que careceria de correção ajustado no modelo utilizado. A falta de dados sistematizados ou facilmente acessíveis é sem dúvida um aspeto a considerar nesta análises, designadamente através do incentivo de bases de dados integradas e articuladas a diferentes níveis. São exemplos de lacunas dados oficiais respeitantes a taxas de erosão , informação sobre a génese das obras de Furadouro anteriores a 1995, dados sobre o licenciamento de obras particulares e mesmo o IMI, que ajudaria a se obter respostas mais realista do modelos. Outra área que importa ter em atenção são correlações entre tempestades e os seus efeitos nas obras de defesa e estragos em infraestruturas. Ou seja a monitorização sistemática em diversos domínios é essencial para melhorar os resultados deste tipo de modelos.

Na avaliação da estratégia de acomodação estimou-se de que os custos seriam 30% do valor de construção de um alojamento com as mesmas características, no entanto poderá ser feita uma avaliação da obra de acomodação que irá ser realizada. De qualquer das formas o método de análise de custos mostrou ser uma ferramenta útil no planeamento e gestão do risco costeiro para a tomada de decisões que importa considerar em cenários de médio e longo prazo e que as alterações climáticas aconselham a sua utilização se queremos um desenvolvimento sustentável alicerçado nos princípios da prevenção e precaução.

Modelos como o utilizado na presente dissertação ajudam a perceber a necessidade de racionalizar investimentos desnecessários, pagos com o dinheiro de todos, e onde situação económica do país importa considerar. Tal matéria é tanto mais pertinente quando se sabe que os fundos europeus são cada vez mais restritos e onde urge avaliações integradas dos custos das estratégias de adaptação para se optar pela melhor solução, tal com resulta das recomendação do GTL.

Contudo este método pode e deve ser melhorado, designadamente através da inclusão dos custos e benefícios de cada setor que possa ser afetado, nomeadamente no que respeita a indemnizações, como são exemplo a perda de funcionalidade de infraestruturas e atividades e como forma de otimizar o processo de decisão. Outros custos também poderão ser considerados, como os

licenciamentos de obras particulares, custos de acidentes costeiros, custos de demolição de vias e património público, custos de taxas por entrega de resíduos a operador licenciado de gestão de resíduos. Também poderão ser utilizadas bases de dados mais realistas, como o IMI, para avaliar o edificado, preços de mercado de trabalho, análise de processos de obras e ajustar o procedimento estatístico à realidade costeira.

## 6 Referências Bibliográficas

---

- Alves, F., Pinto, F. T., & Ferreira, J. C. (1997). A análise da vulnerabilidade e do risco na zona costeira como contributo para a tomada de decisão. *III Congresso da Geografia Portuguesa*. Inforgeo.
- Antunes, C. (24-26 de Junho de 2014). A subida do NMM e a necessidade de revisão de referências verticais. Em I. Hidrográfico (Ed.), *Actas das 3as Jornadas de Engenharia Hidrográfica* (pp. 37-40). Lisboa: Instituto Hidrográfico.
- Antunes, C., & Taborda, R. (2009). Sea level at Cascais tide gauge: Data, analysis and results. *Journal of Coastal Research, SI 56*, 218-222. SSN 0749-0258
- APA. (2012). *Plano de ação de proteção e valorização do litoral 2012 - 2015*. Ministério da agricultura, do mar, do ambiente e do ordenamento do território.
- APA. (Dezembro de 2014). Fotografias aéreas de Caminha - Vila Real de Santo António.
- APA. (2014). *Relatório Técnico - Registo das ocorrências no litoral: Temporal de 3 a 7 de janeiro de 2014*. Agência Portuguesa do Ambiente.
- APRH. (2007). *Glossário das Zonas Costeiras*. Obtido em 20 de Agosto de 2015, de aprh.pt: <http://www.aprh.pt/rgci/glossario/mare.html>
- Araújo, M. d. (2002). A evolução do litoral em tempos históricos: a contribuição da Geografia Física. Em I. Amorim, *O litoral em perspectiva histórica (séc. XVI-XVIII): actas/coord.* Porto: Instituto de História Moderna-Centro Leonardo Coimbra.
- Barbosa, J. P., Gomes, F. V., & Pinto, F. T. (2006). Aplicação de sistemas de informação geográfica (SIG) a estudos na zona costeira. *1ª Jornadas de Hidráulica, Recursos Hídricos e Ambiente*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Birkman, J. (2007). Risk and vulnerability indicators at different scales: Applicability, usefulness and policy implications. *Environmental Hazards*, 7, 20-31.
- Borges, P., Phillips, M. R., Medeiros, A., Ng, K., & Calado, H. (2014). Preliminary coastal vulnerability assessment for Pico Island (Azores). *Journal of Coastal Research, Special Issue No.70* (Proceedings 13th International Coastal Symposium), 385-388. ISSN: 0749-0208
- Brilha, J. (2005). *Património Geológico e Geoconservação: A conservação da Natureza na sua vertente geológica*. Braga: Palimage Editores.
- Carver, S. J. (1991). Integrating multi-criteria evaluation with geographical information systems. *International Journal of Geographical Information Systems*, 5(3), 321-339. doi:10.1080/02693799108927858
- Coelho, C. D. (2005). *Riscos de exposição de frentes urbanas para diferentes intervenções de defesa costeira*, *Dissertação de Doutoramento em Engenharia Civil*. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Coelho, C., & Arede, C. (2009). Methodology to Classify Exposure Risk to Wave Actions in the Northwest Coast of Portugal. *Ninth International Conference On The Mediterranean Coastal Environment, Vols 1 And 2*. (pp. 813-824). Ankara, Turkey: MEDCOAST, Middle East Technical University. ISBN: 978-605-88990-2-5



- Coelho, C., Silva, R., Veloso-Gomes, F., & Taveira-Pinto, F. (2006). Avaliação de Riscos. Modelos de Previsão da Evolução da Configuração Costeira. *1as Jornadas de Hidráulica, Recursos Hídricos e Ambiente*. Porto, Portugal.
- Coelho, C., Taveira-Pinto, F., Veloso-Gomes, F., & Pais-Barbosa, J. (2005). Coastal evolution and coastal works in the southern part of Aveiro lagoon inlet, Portugal. *29th International Conference on Coastal Engineering* (pp. 3914 - 3926). Singapore: WORLD SCIENTIFIC PUBL CO PTE LTD.
- Costa, J. P. (10 de Abril de 2013). Obtido de apambiente.pt:  
[https://www.google.pt/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CB4QFjAAahUKEwjM-PHf7f3HAhVEXhQKHR6TDCE&url=http%3A%2F%2Fwww.apambiente.pt%2F\\_zdata%2Fdpca%2Fasquartasas17naapa%2Fapaasquartas20131002\\_joaopedrocosta.pdf&usg=AFQjCNGRkhkd8J](https://www.google.pt/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CB4QFjAAahUKEwjM-PHf7f3HAhVEXhQKHR6TDCE&url=http%3A%2F%2Fwww.apambiente.pt%2F_zdata%2Fdpca%2Fasquartasas17naapa%2Fapaasquartas20131002_joaopedrocosta.pdf&usg=AFQjCNGRkhkd8J)
- CYPE Ingenieros, S.A. (14 de Setembro de 2015). *Demolição completa do edifício*. Obtido de Gerador de preços: <http://www.geradordeprecos.info>
- Dias, A. (2004). A história da evolução do litoral português nos últimos vinte milénios. Em A. A. Tavares, M. J. Tavares, & J. L. Cardoso, *Evolução Geohistórica do Litoral Português e Fenómenos Correlativos: Geologia, História, Arqueologia e Climatologia* (pp. 157-170). Lisboa.
- Dias, A. J., & Taborda, R. P. (1988). Evolução recente do nível médio do mar em Portugal. *Anais do Instituto Hidrográfico*, 9, 83-97.
- Dias, J. A. (1993). *Estudo de avaliação da situação ambiental e propostas de medidas de salvaguarda para a faixa costeira portuguesa (Parte de Geologia Costeira)*. Lisboa: Liga para a Protecção da Natureza / Ministério do Ambiente.
- Dias, J. A. (2007). *Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos*. Obtido em Agosto de 2015, de [www.aprh.pt](http://www.aprh.pt): <http://www.aprh.pt/rgci/glossario/esporario.html>
- Dias, J. M. (1990). *A evolução actual do litoral português*. Lisboa: Geonovas.
- Dias, J. M. (2005). Evolução da zona costeira portuguesa: forçamentos antrópicos e naturais. 1, pp. 8-28.
- Dias, J. M. (2007). *Glossário das zonas costeiras*. Obtido em 20 de Agosto de 2015, de [aprh.pt](http://www.aprh.pt): <http://www.aprh.pt/rgci/glossario/ondasmarinhas.html>
- DN. (12 de Outubro de 2010). *Portugal. Exigida obras de fundo no litoral de Ovar*. (Global Notícias - Media Group S.A.) Obtido de Diário de Notícias: [http://www.dn.pt/portugal/norte/interior/exigidas\\_obras\\_de\\_fundo\\_no\\_litoral\\_de\\_ovar\\_1683454.html](http://www.dn.pt/portugal/norte/interior/exigidas_obras_de_fundo_no_litoral_de_ovar_1683454.html)
- Dudley, N. (2008). *Guidelines for Applying Protected Area Management Categories*. Gland, Switzerland: IUCN.
- Dudley, N., & Solton, S. (2008). Defining protected areas: an international conference in Almeria, Spain. Gland, Switzerland: IUCN.
- EEA. (2013). *Adaptation in Europe - Addressing risks and opportunities from climate change in the context of socio-economic developments*. Copenhagen, Denmark: European Environment Agency. ISSN 1725-9177

- European Commission. (2009). *The economics of climate change adaptation in EU coastal areas - Summary report*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. ISBN 978-92-79-12065-7
- EVALSED. (s.d.). *A Avaliação do Desenvolvimento Socioeconómico, MANUAL TÉCNICO II: Métodos e Técnicas - Instrumentos de Enquadramento das Conclusões da Avaliação: Análise Multicritério*. O Observatório do QREN. Obtido em 2015, de <http://www.observatorio.pt/download.php?id=224>
- Ferreira, J. C. (2003). Coastal Zone Vulnerability and Risk Evaluation. A Tool For Decision-Making (An Example In The Caparica Littoral - Portugal). *SI 39 ((Proceedings of the 8th International Coastal Symposium))*. doi:ISSN 0749-0208
- Ferreira, J. C., Silva, L., & Polette, M. (2009). The Coastal Artificialization Process. Impacts and Challenges for the Sustainable Management of the Coastal Cities of Santa Catarina (Brazil). *Journal of Coastal Research, SI 56 (Proceedings of the 10th International Coastal Symposium)*.
- Fortunato, A. B., Clímaco, M., Oliveira, F., Sancho, F., & Freire, P. (2008). dinâmica fisiográfica da orla costeira: estudos de reabilitação e protecção. *Revista de Gestão Integrada*, pp. 45-63.
- Gama, C., Dias, A., Ferreira, O., & Taborda, R. (1994). Analysis of storm surge in Portugal, between June 1986 and May 1988. *Littoral*, 94, 26-29.
- Gomes, F. V., Barroco, A., Pereira, A. R., Reis, C. S., Calado, H., Ferreira, J. G., . . . Biscoito, M. (2006). *Bases para a Estratégia de Gestão Integrada da Zona Costeira Nacional*.
- GTL. (2014). *Relatório do Grupo de Trabalho do Litoral: Gestão da zona costeira - O desafio da mudança*. Agência Portuguesa do Ambiente.
- Hinkel, J., Nicholls, R., Tol, R., Wang, Z., Hamilton, J., Boot, G., . . . Klein, R. (2013). A global analysis of erosion of sandy beaches and sea-level rise: An application of DIVA. *Global and Planetary Change*, 111, 150-158.
- ICNF. (s.d.). Obtido em 20 de Agosto de 2015, de ICNF.pt: <http://www.icnf.pt/portal/ap/tipol-ap>
- INE. (1 de 10 de 2015). *Atualização de Valores com Base no IPC*. Obtido de Instituto Nacional de Estatística: <https://www.ine.pt>
- Instituto Hidrográfico. (30 de Agosto de 2015). *Deriva litoral*. Obtido de hidrografico.pt: <http://www.hidrografico.pt/deriva-litoral.php>
- Instituto de Meteorologia. (29 de Fevereiro de 2004). Obtido em 1 de Junho de 2015, de maralgarve: <http://maralgarve.com/Upload/estudos/Anexos/caracter%20clima%20da%20costa.pdf>
- Instituto Hidrográfico. (31 de Agosto de 2015). *hidrográfico.pt*. Obtido em 31 de Agosto de 2015, de <http://www.hidrografico.pt/boias-ondografo.php>
- Instituto Hidrográfico. (25 de Agosto de 2015). *Marés*. Obtido de hidrografico.pt: <http://www.hidrografico.pt/glossario-cientifico-mares.php>
- IPCC. (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report*. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva, Switzerland: Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer.
- Maia, A., Bernardes, C., & Alves, M. (2015). Cost-benefit analysis of coastal defenses on the Vagueira and Labrego beaches in North West Portugal. *Journal of Integrated Coastal Zone Management*, 15(1), 81-90. doi:10.5894/rgci521

- Mota, P., & Pinto, J. P. (2012). Potencial energético ao longo da costa oeste Portuguesa. Em *Actas das 2.as Jornadas de Engenharia Hidrográfica*. Lisboa: Instituto Hidrográfico. ISBN - 978-989-705-035-0
- Nicholls, R. J., & Richards, J. A. (2009). *Impacts of climate change in coastal systems in Europe. PESETA-Coastal Systems study*. European Commission.
- NOAA. (17 de Setembro de 2015). *Trends in Atmospheric Carbon Dioxide*. (N. O. Administration, Editor) Obtido em 17 de Setembro de 2015, de Earth System Research Laboratory: <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/>
- Parry, M., Canziani, O., Palutikov, J., van der Linden, P. J., & Hanson, C. (2007). *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Pereira, C., & Coelho, C. (2013). Mapas de risco das zonas costeiras por efeito da ação energética do mar. *Integrated Coastal Zone Management*, 13(1), 27-43. doi:10.5894/rgci325
- Pilarczyk, K. W. (1990). Introduction to coastal protection. Em K. W. Pilarczyk, *Coastal protection - Design of seawalls and dykes*. A.A. Balkema, Rotterdam, Holanda: Delft University of Technology.
- Policy Research Corporation. (2009). *The economics of climate change adaptation in EU coastal areas*. European Commission.
- PROCIV. (2010). *Cadernos técnicos PROCIV 15: Riscos Costeiros - Estratégias de prevenção, mitigação e proteção, no âmbito do planeamento de emergência e do ordenamento do território*. Autoridade Nacional de Proteção Civil.
- Rafaeli, L., & Muller, C. J. (Maio-Agosto de 2007). Estruturação de um índice consolidado de desempenho utilizando o AHP. *Gest. Prod., São Carlos*, 14(2), 363-377.
- Raposeiro, P. D., & Ferreira, J. C. (2011). Evaluation of Coastal Flood Risk Areas and Adaptation Strategies for a Sustainable Planning. *Journal of Coastal Research*, SI 64 (*Proceedings of the 11th International Coastal Symposium*). doi:ISBN 0749-0208
- Rocha, P., Ferreira, J. C., Simões, J., & Tenedório, J. A. (2007). Modeling coastal and land use evolution patterns through neural network and cellular automata integration. *Journal of Coastal Research*, SI 50 (*Proceedings of the 9th International Coastal Symposium*).
- Rodrigues, A. F., & Miguel, A. T. (2011). Modelo para a avaliação da vulnerabilidade de um local à subida do nível médio da água. *Workshop - Modelos de decisão na agricultura e ambiente*. Angra do Heroísmo, Terceira, Açores: Universidade dos Açores.
- Saaty, T. (1990). How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process. *European Journal of Operational Research*, 48, 9-26.
- Santos, F. D., & Miranda, P. (2006). *Alterações climáticas em Portugal: Cenários, impactos e medidas de adaptação*. Projecto SIAM II. Lisboa: Gradiva.
- Santos, F. D., Forbes, K., & Moita, R. (2002). *Alterações Climáticas em Portugal. Cenários, Impactos e Medidas de Adaptação - Projecto SIAM*. Lisboa: Gradiva.
- Silva, J. F., & Ribeiro, J. C. (2013). *As assimetrias Regionais em Portugal: análise da convergência versus divergências ao nível dos municípios*. Núcleo de Investigação em Políticas Económicas - Universidade do Minho.

- Sousa, P., Siegle, E., & Tessler, M. (2013). Vulnerability assessment of Massaguaçu Beach (SE Brazil). *Ocean & Coastal Management*, 24-30.
- Turner, R. K., Burgess, D., Hadley, D., Coombes, E., & Jackson, N. (2007). A cost–benefit appraisal of coastal managed realignment policy. *17*, pp. 397-407.
- van Rijn, L. C. (2010). *Coastal erosion control based on the concept of sediment cells*. Deltares, the Netherlands: European Comission.
- van Rijn, L. C. (2013). Obtido em 17 de Junho de 2015, de [www.leovanrijn-sediment.com](http://www.leovanrijn-sediment.com): <http://www.leovanrijn-sediment.com/papers/Coastalstructures2013.pdf>
- Vargas, R. (2010). *Utilizando a programação multicritério (analytic hierarchy process - ahp) para selecionar e priorizar projetos na gestão de portofólio*. Washington, EUA: PMI Global Congress 2010 - North America.
- Veloso-Gomes, F., & Oliveira, M. (2013). Retirada planeada de áreas edificadas em zonas costeiras em risco. *11º Silusba - Zonas Costeiras 2013*. Maputo, Moçambique.
- Yin, J., Yin, Z., Wang, J., & Xu, S. (2012). National assessment of coastal vulnerability to sea-level rise for the Chinese coast. *J. Coast Conserv*, 16, 123-133. doi:10.1007/s11852-012-0180-9
-

## 7 ANEXOS

### 7.1 CLASSIFICAÇÃO DE VULNERABILIDADE NAS CLASSES GEOLÓGICAS DO MAPA GEOLÓGICO DE PORTUGAL

Descrição	Tipo de rocha	Vulnerabilidade
Sienitos e Pulasquitos	Rochas magmáticas	1
Brechas vulcânicas	Rochas magmáticas	1
Complexo hipovulcânico do Cretácio Superior.	Rochas magmáticas	1
Dioritos	Rochas magmáticas	1
Filão dolerítico do Alentejo e outras rochas básicas	Rochas magmáticas	1
Filões e chaminés vulcânicas (basaltos, teralitos, etc)	Rochas magmáticas	1
Granito de duas micas indiferenciado	Rochas magmáticas	1
Granitos	Rochas magmáticas	1
Formação do Quartzito Armoricano (Douro-Beiras): quartzitos, conglomerados e xistos	Rochas metamórficas	2
Formação de Tercenas: xistos, siltitos e quartzitos	Rochas metamórficas	2
soco da zona centro iberica. unidade difractante	Rochas metamórficas	2
Xistos, siltitos, tufitos e jaspe	Rochas metamórficas	2
Calcários de Armação Nova e de Beliche	Rochas sedimentares	3
Cretácico inferior da Arrábida: Grés de Lagosteiros; Calcários com Chofatella; Calcários com corais; Margas com Toxaster; Grés superiores; Calcários com Orbitolina; Grés de Regatã	Rochas sedimentares	3
Dunas consolidadas, Terraços e Tufos calcários, Areias de Faro-Quarteira; Brecha de Goldra	Rochas sedimentares	3
Formação carbonatada de Lagos-Portimão e Depósitos de Aljezur	Rochas sedimentares	3
Formação de Cacela, Conglomerados de Galvanas, Espongólitos de Mem Moniz, Siltitos glauconíticos	Rochas sedimentares	3
Formações de Dagorda, Pereiros e Grés de Silves	Rochas sedimentares	3
Miocénico de Lisboa	Rochas sedimentares	3

Parte inferior do Cretácico inferior do Algarve Ocidental: Arenito de Sobral; Calcário com Trocholina; Margo-calcários com fácies purbequiana; Calcários com Chofatella pyrenaica; Margas com Chofatella	Rochas sedimentares	3
Vulcanitos ácidos (Complexo Vulcano-Sedimentar da Faixa Piritosa)	Rochas sedimentares	3
Areias, arenitos e cascalheiras do litoral do Baixo Alentejo	Rochas sedimentares	3
Arenitos e calcários com seixos. Areias de Olhos de Água	Rochas sedimentares	3
arenitos, margas, argilas e calcários.	Rochas sedimentares	3
Cretácico inferior de Sintra-Cascais: Calcários com Trocholina; Calcários ferruginosos com A.leviathan; Calcários com Chofatella; Calcários recifais; Margas com Toxaster; Grés superiore	Rochas sedimentares	3
calcários	Rochas sedimentares	3
calcários	Rochas sedimentares	3
Calcários bioclásticos mais ou menos detríticos	Rochas sedimentares	3
Calcários do Dogger: Calcários de Cabo Mondego; Calcários e calcários dolomíticos; Calcários de Póvoa da Lomba	Rochas sedimentares	3
Calcários do Jurássico superior do Algarve Oriental: Calcários de Escarpão; Calcários com Anchispirocyclina. lusitanica	Rochas sedimentares	3
Calcários dolomitizados	Rochas sedimentares	3
Calcários dolomitizados.	Rochas sedimentares	3
calcários e margas do Belasiano	Rochas sedimentares	3
Calcários oolíticos, Calcários e dolomitos do Dogger: Calcários de Sicó (Ançã e Andorinha); Calcários oolíticos de Santo António e Candeeiros; Dolomitos de Cabo de Ares	Rochas sedimentares	3
camada pertencente ao Mesozoico indiferenciado.	Rochas sedimentares	3
camada sedimentar inferior a 100m que recobre a norte de Aveiro	Rochas sedimentares	3
conglomerados, argilitos, calcários.	Rochas sedimentares	3
corpos sedimentares	Rochas sedimentares	3
Cretácico inferior orla ocidental: Grés de Torres Vedras; Grés de Almargem; Arenitos de Carrascal; Grés de Palhaça e de Requeixo	Rochas sedimentares	3



Cretácico médio: Calcários de Barcarena; Calcários com Rudistas; Calcários de Costa d'Arnes; Grés de Furadouro; Calcários de Mamarrosa e Carrajão; Calcários Tentúgal	Rochas sedimentares	3
Formação de Brejeira: turbiditos	Rochas sedimentares	3
Formação de Mira: turbiditos	Rochas sedimentares	3
Grés superiores: Grés superiores com restos de vegetais e dinossauros	Rochas sedimentares	3
Grupo de Carrapateira ( Formação de Bordaleta: xistos e siltitos; Formação de Murração: xistos, dolomitos e calcários; Formação de Quebradas: xistos negros, calcários e nódulos fosfatados)	Rochas sedimentares	3
Grés superiores: Grés superiores com restos de vegetais e dinossauros	Rochas sedimentares	3
Jurássico inferior do Algarve: Dolomitos e calcários dolomíticos de Picavessa; Dolomitos de Boavista	Rochas sedimentares	3
Jurássico inferior: Dolomitos de Coimbra; Margas e calcários de Quiaios e de S.Gião; Calcários e margas de Peniche; Calcários e margas de Tomar; Dolomitos, calcários dolomíticos e calcários de	Rochas sedimentares	3
Jurássico médio do Algarve: Margo-calcários da praia da Mareta; Margo-calcários de Telheiro; Calcários e margas de Praia da Marêta com Zoophycos: Calcários e dolomitos de Alma	Rochas sedimentares	3
Jurássico superior do Algarve Ocidental: Caários com Anchispirociclina lusitanica; Dolomitos e calcários dolomíticos de Sagres com Alveosepta jaccardi; Calcários e conglomerados; Dolomitos	Rochas sedimentares	3
Jurássico superior do Algarve Oriental: Dolomias e calcários de Nexe e Cabeça. Calcários com nódulos de silex de Jordana	Rochas sedimentares	3
Jurássico superior: Camadas de Alcobaça; Camadas de Amaral; Margas de Abadia; Arcoses de Castanheira; Calcoxistos de Ramalhão; Calcários de S.Pedro; Calcários	Rochas sedimentares	3
Parte inferior do Cretácico inferior do Algarve Oriental: Calcários com Trocholina; Argilas e grés de fácies wealdiana; Dolomitos de C.Longa e Calcários de Bias	Rochas sedimentares	3
Parte superior do Cretácico inferior do Algarve Ocidental: Calcários e arenitos com Palorbitolina; Margo-calcários de Porto de Mós; Margas de Luz	Rochas sedimentares	3
Parte superior do Cretácico inferior do Algarve Oriental: Calcários com Palorbitolina; Margo-calcários de Porto de Mós; Margas de Luz; Calcários de Pão Branco; Margas superiores; Dolomitos de Chão	Rochas sedimentares	3
soco da zona sul portuguesa. unidade difractante.	Rochas sedimentares	3

Titoniano da Orla Ocidental: Camadas de Freixial; Calcários de Farta Pão, Calcários e brechas recifais de Mem Martins; Calcários e margas do Cabo Espichel; Arenitos, conglomerados e argilas	Rochas sedimentares	3
Triássico do Algarve: Pelitos com evaporitos e intercalações carbonatadas; Grés de Silves s.s.; Argilas de S. Bartolomeu de Messines	Rochas sedimentares	3
unidade correspondente a corpos sedimentares a Norte da Nazaré e acumulações a Sul do Tejo	Rochas sedimentares	3
Unidade sísmica difractante entre Peniche e Figueira da Foz	Rochas sedimentares	3
Terraços, Areias e Cascalheiras	Rochas sedimentares	4
aluviões	Rochas sedimentares	5
Areias de duna e de praia	Rochas sedimentares	5
Dunas	Rochas sedimentares	5
Plano de água	Rochas sedimentares	5
unidades de formação de enchimento paleovales ou de progradação sigmoide.	Rochas sedimentares	5

## 7.2 CLASSIFICAÇÃO DE VULNERABILIDADE QUANTO À ARTIFICIALIZAÇÃO DO SOLO NAS DIFERENTES CLASSES DA CARTA DE OCUPAÇÃO DO SOLO

COSN5	Descrição	Vulnerabilidade
1.1.1.01.1	Tecido urbano contínuo predominantemente vertical	5
1.1.1.02.1	Tecido urbano contínuo predominantemente horizontal	5
1.1.1.03.1	Áreas de estacionamento e logradouros	5
1.1.2.01.1	Tecido urbano descontínuo	4
1.1.2.02.1	Tecido urbano descontínuo esparsos	4
1.2.1.01.1	Indústria	5
1.2.1.02.1	Comércio	5
1.2.1.03.1	Instalações agrícolas	5
1.2.1.04.1	Equipamentos públicos e privados	5
1.2.1.05.1	Infra-estruturas de produção de energia renovável	5
1.2.1.05.2	Infra-estruturas de produção de energia não renovável	5
1.2.1.07.1	Infra-estruturas de tratamento de resíduos e águas residuais	5
1.2.2.01.1	Rede viária e espaços associados	5
1.2.2.02.1	Rede ferroviária e espaços associados	4
1.2.3.01.1	Terminais portuários de mar e de rio	5
1.2.3.02.1	Estaleiros navais e docas secas	5
1.2.3.03.1	Marinas e docas pesca	5
1.2.4.01.1	Aeroportos	5
1.2.4.02.1	Aeródromos	5
1.3.1.01.1	Minas a céu aberto	4
1.3.1.02.1	Pedreiras	4
1.3.3.01.1	Áreas em construção	4
1.3.3.02.1	Áreas abandonadas em territórios artificializados	4
1.4.1.01.1	Parques e jardins	2
1.4.1.02.1	Cemitérios	4
1.4.2.01.1	Campos de golfe	2
1.4.2.01.2	Outras instalações desportivas	4
1.4.2.02.1	Parques de campismo	2
1.4.2.02.2	Outros equipamentos de lazer	3
1.4.2.03.1	Equipamentos culturais e zonas históricas	4
2.1.1.01.1	Culturas temporárias de sequeiro	2
2.1.1.02.1	Estufas e Viveiros	2
2.1.2.01.1	Culturas temporárias de regadio	2
2.2.1.01.1	Vinhas	2
2.2.2.01.1	Pomares de frutos frescos	2
2.2.2.01.4	Pomares de alfarrobeira	2
2.2.2.01.5	Pomares de citrinos	2
2.2.2.03.5	Pomares de citrinos com olival	2
2.2.3.01.1	Olivais	1
2.2.3.02.1	Olivais com vinha	1
2.2.3.03.1	Olivais com pomar	1

<b>COSN5</b>	<b>Descrição</b>	<b>Vulnerabilidade</b>
2.3.1.01.1	Pastagens permanentes	2
2.4.1.01.2	Culturas temporárias de sequeiro associadas a pomar	2
2.4.1.02.2	Culturas temporárias de regadio associadas a pomar	2
2.4.1.03.2	Pastagens associadas a pomar	2
2.4.2.01.1	Sistemas culturais e parcelares complexos	2
2.4.3.01.1	Agricultura com espaços naturais e semi-naturais	2
2.4.4.01.6	SAF de outras misturas com culturas temporárias de sequeiro	2
2.4.4.03.4	SAF de outras espécies com pastagens	2
2.4.4.03.6	SAF de outras misturas com pastagens	2
3.1.1.01.5	Florestas de eucalipto	1
3.1.1.01.6	Florestas de espécies invasoras	1
3.1.1.01.7	Florestas de outras folhosas	1
3.1.1.02.5	Florestas de eucalipto com folhosas	1
3.1.1.02.7	Florestas de outra folhosa com folhosas	1
3.1.2.01.1	Florestas de pinheiro bravo	1
3.1.2.01.2	Florestas de pinheiro manso	1
3.1.2.02.1	Florestas de pinheiro bravo com resinosas	1
3.1.2.02.2	Florestas de pinheiro manso com resinosas	1
3.1.3.01.5	Florestas de eucalipto com resinosas	1
3.1.3.01.6	Florestas de espécies invasoras com resinosas	1
3.1.3.01.8	Florestas de misturas de folhosas com resinosas	1
3.1.3.02.1	Florestas de pinheiro bravo com folhosas	1
3.1.3.02.2	Florestas de pinheiro manso com folhosas	1
3.1.3.02.3	Florestas de outra resinosa com folhosas	1
3.2.1.01.1	Vegetação herbácea natural	1
3.2.2.01.1	Matos densos	1
3.2.2.02.1	Matos pouco densos	1
3.2.3.01.1	Vegetação esclerófito densa	1
3.2.3.02.1	Vegetação esclerófito pouco densa	1
3.2.4.01.1	Florestas abertas de sobreiro	1
3.2.4.01.6	Florestas abertas de espécies invasoras	1
3.2.4.01.7	Florestas abertas de outras folhosas	1
3.2.4.02.5	Florestas abertas de eucalipto com folhosas	1
3.2.4.03.1	Florestas abertas de pinheiro bravo	1
3.2.4.03.2	Florestas abertas de pinheiro manso	1
3.2.4.04.1	Florestas abertas de pinheiro bravo com resinosas	1
3.2.4.04.2	Florestas abertas de pinheiro manso com resinosas	1
3.2.4.05.3	Florestas abertas de outros carvalhos com resinosas	1
3.2.4.05.5	Florestas abertas de eucalipto com resinosas	1
3.2.4.05.6	Florestas abertas de espécies invasoras com resinosas	1
3.2.4.06.1	Florestas abertas de pinheiro bravo com folhosas	1
3.2.4.06.2	Florestas abertas de pinheiro manso com folhosas	1
3.2.4.06.4	Florestas abertas de misturas de resinosas com folhosas	1
3.2.4.07.1	Outras formações lenhosas	1
3.2.4.08.1	Cortes rasos	1
3.2.4.08.2	Novas plantações	1

<b>COSN5</b>	<b>Descrição</b>	<b>Vulnerabilidade</b>
3.2.4.10.1	Aceiros e corta-fogos	1
3.3.1.01.1	Praias, dunas e areais interiores	3
3.3.1.02.1	Praias, dunas e areais costeiros	3
3.3.2.01.1	Rocha nua	3
3.3.3.01.1	Vegetação esparsa	3
3.3.4.01.1	Áreas ardidas	3
4.1.1.01.1	Paúis	5
4.2.1.01.1	Sapais	5
4.2.2.01.1	Salinas	5
4.2.2.02.1	Aquicultura litoral	5
4.2.3.01.1	Zonas entre-marés	5
5.1.1.01.1	Cursos de água naturais	5
5.1.1.02.1	Canais artificiais	5
5.1.2.01.1	Lagos e lagoas interiores artificiais	5
5.1.2.01.2	Lagos e lagoas interiores naturais	5
5.2.1.01.1	Lagoas costeiras	5
5.2.2.01.1	Desembocaduras fluviais	5
5.2.3.01.1	Oceano	5

### 7.3 PONDERAÇÃO DOS CRITÉRIOS DE VULNERABILIDADE E ANÁLISE DE CONSISTÊNCIA (1)

(1) - FÁBIO CARDONA

Tabela 19 – Matriz de comparação par-a-par dos critérios de vulnerabilidade

	topografia	distancia à costa	geologia	geomorfologia	agitação do mar	Artificialização do solo	erosão/acreção
topografia	1,00	2,00	4,00	3,00	4,00	4,00	0,33
distancia à costa	0,50	1,00	3,00	3,00	4,00	4,00	0,33
geologia	0,25	0,33	1,00	0,33	2,00	3,00	0,25
geomorfologia	0,33	0,33	3,00	1,00	3,00	4,00	0,25
agitação do mar	0,25	0,25	0,50	0,33	1,00	2,00	0,20
cos	0,25	0,25	0,33	0,25	0,50	1,00	0,20
erosão/acreção	3	3	4	4	5	5	1
soma	5,58	7,17	15,83	11,92	19,50	23,00	2,57

Tabela 20 – Normalização da matriz de comparação dos critérios de vulnerabilidade

	topografia	distancia à costa	geologia	geomorfologia	agitação do mar	Artificialização do solo	erosão/acreção
topografia	0,179	0,279	0,253	0,252	0,205	0,174	0,130
distancia à costa	0,090	0,140	0,189	0,252	0,205	0,174	0,130
geologia	0,045	0,047	0,063	0,028	0,103	0,130	0,097
geomorfologia	0,060	0,047	0,189	0,084	0,154	0,174	0,097
agitação do mar	0,045	0,035	0,032	0,028	0,051	0,087	0,078
cos	0,045	0,035	0,021	0,021	0,026	0,043	0,078
erosão/acreção	0,537	0,419	0,253	0,336	0,256	0,217	0,390
soma	1	1	1	1	1	1	1



Tabela 21 – Determinação do vetor soma ponderada dos critérios de vulnerabilidade (1)

	topografia	distancia à costa	geologia	geomorfologia	agitação do mar	cos	erosão/acreção	soma(vetor soma ponderado)
topografia	0,210	0,337	0,293	0,345	0,203	0,154	0,115	1,656
distancia à costa	0,105	0,168	0,220	0,345	0,203	0,154	0,115	1,310
geologia	0,053	0,056	0,073	0,038	0,102	0,115	0,086	0,523
geomorfologia	0,070	0,056	0,220	0,115	0,152	0,154	0,086	0,853
agitação do mar	0,053	0,042	0,037	0,038	0,051	0,077	0,069	0,366
cos	0,053	0,042	0,024	0,029	0,025	0,038	0,069	0,280
erosão/acreção	0,631	0,505	0,293	0,460	0,254	0,192	0,344	2,679

Tabela 22 – Cálculo dos pesos dos critérios de vulnerabilidade (1)

Critérios	cálculo dos pesos
topografia	0,21
distancia à costa	0,17
geologia	0,07
geomorfologia	0,11
agitação do mar	0,05
cos	0,04
erosão/acreção	0,34
Total	1,00

Tabela 23 – Cálculo do vetor consistência dos critérios de vulnerabilidade (1)

	vetor soma ponderado / peso = consistência
topografia	7,88
distancia à costa	7,77
geologia	7,14
geomorfologia	7,42
agitação do mar	7,21
cos	7,30
erosão/acreção	7,79

Tabela 24 – Cálculo da razão de consistência dos critérios de vulnerabilidade (1)

$\lambda$	7,50
$IC = (\lambda - n) / (n - 1)$	0,084
$RC = IC / IR$	<b>0,063</b>

## 7.4 PONDERAÇÃO DE CRITÉRIOS DE VULNERABILIDADE E ANÁLISE DE CONSISTÊNCIA (2)

(2) ENG. MOTA

Tabela 25 - Matriz de comparação par-a-par dos critérios de vulnerabilidade

	topografia	distancia à costa	geologia	geomorfologia	agitação do mar	Artificialização do solo	erosão
topografia	1,00	1,00	3,00	3,00	4,00	4,00	0,20
distancia à costa	1,00	1,00	3,00	3,00	5,00	5,00	0,33
geologia	0,33	0,33	1,00	0,33	2,00	3,00	0,25
geomorfologia	0,33	0,33	3,00	1,00	3,00	4,00	0,20
agitação do mar	0,25	0,20	0,50	0,33	1,00	3,00	0,20
cos	0,25	0,20	0,33	0,25	0,33	1,00	0,20
erosão/acreção	5	3	4	5	5	5	1,00
soma	8,17	6,07	14,83	12,92	20,33	25,00	2,38

Tabela 26 - Normalização da matriz de comparação dos critérios de vulnerabilidade (2)

	topografia	distancia à costa	geologia	geomorfologia	agitação do mar	Artificialização do solo	erosão
topografia	0,122	0,165	0,202	0,232	0,197	0,160	0,084
distancia à costa	0,122	0,165	0,202	0,232	0,246	0,200	0,140
geologia	0,041	0,055	0,067	0,026	0,098	0,120	0,105
geomorfologia	0,041	0,055	0,202	0,077	0,148	0,160	0,084
agitação do mar	0,031	0,033	0,034	0,026	0,049	0,120	0,084
cos	0,031	0,033	0,022	0,019	0,016	0,040	0,084
erosão/acreção	0,612	0,495	0,270	0,387	0,246	0,200	0,420
soma	1	1	1	1	1	1	1

Tabela 27 - Determinação do vetor soma ponderada dos critérios de vulnerabilidade (2)

	topografia	distancia à costa	geologia	geomorfologia	agitação do mar	Artificialização do solo	erosão	soma(vetor soma ponderado)
topografia	0,166	0,187	0,220	0,329	0,215	0,140	0,075	1,332
distancia à costa	0,166	0,187	0,220	0,329	0,269	0,176	0,125	1,470
geologia	0,055	0,062	0,073	0,037	0,107	0,105	0,094	0,534
geomorfologia	0,055	0,062	0,220	0,110	0,161	0,140	0,075	0,823
agitação do mar	0,042	0,037	0,037	0,037	0,054	0,105	0,075	0,386
cos	0,042	0,037	0,024	0,027	0,018	0,035	0,075	0,259
erosão/acrecção	0,830	0,560	0,293	0,548	0,269	0,176	0,376	3,051

Tabela 28 – Cálculo dos pesos do critérios de vulnerabilidade (2)

Sub critérios	cálculo dos pesos
topografia	0,166
distancia à costa	0,187
geologia	0,073
geomorfologia	0,110
agitação do mar	0,054
cos	0,035
erosão/acrecção	0,376
TOTAL	1,000

Tabela 29 – Cálculo do vetor consistência do critérios de vulnerabilidade (2)

Sub critérios	vetor soma ponderado / peso = consistência
topografia	8,02
distancia à costa	7,87
geologia	7,30
geomorfologia	7,52
agitação do mar	7,19
cos	7,37
erosão/acrecção	8,12

Tabela 30 – Cálculo da razão de consistência dos critérios de vulnerabilidade (2)

$\lambda$	7,626
$IC = (\lambda - n) / (n - 1)$	0,104
$RC = IC / IR$	<b>0,079</b>

## 7.5 PONDERAÇÃO DE SUBCRITÉRIOS DE EXPOSIÇÃO HUMANA E ANÁLISE DE CONSISTÊNCIA (1)

(1) FÁBIO CARDONA

Tabela 31 - Matriz de comparação par-a-par dos subcritérios de exposição humana (1)

Sub critérios	pres	res	pres/area	res/area
pres	1,00	0,33	0,33	0,20
res	3,00	1,00	0,50	0,33
pres/area	3,00	2,00	1,00	0,33
res/area	5,00	3,00	3,00	1,00
<b>soma</b>	12,00	6,33	4,83	1,87

Tabela 32 - Normalização da matriz de comparação dos subcritérios de exposição humana (1)

Sub critérios	pres	res	pres/area	res/area
pres	0,08	0,05	0,07	0,11
res	0,25	0,16	0,10	0,18
pres/area	0,25	0,32	0,21	0,18
res/area	0,42	0,47	0,62	0,54
soma	1	1	1	1

Tabela 33 - Determinação do vetor soma ponderada dos subcritérios de exposição humana (1)

	pres	res	pres/area	res/area	<b>soma(vetor soma ponderado)</b>
pres	0,08	0,06	0,08	0,10	0,32
res	0,23	0,17	0,12	0,17	0,70
pres/area	0,23	0,34	0,24	0,17	0,99
res/area	0,39	0,52	0,71	0,51	2,13

Tabela 34 – Cálculo dos pesos dos subcritérios de exposição humana (1)

pres	<b>0,08</b>
res	<b>0,17</b>
pres/area	<b>0,24</b>
res/area	<b>0,51</b>
<b>TOTAL</b>	<b>1,00</b>

Tabela 35 – Cálculo do vetor consistência dos subcritérios de exposição humana (1)

Sub critérios	vetor soma ponderado / peso = consistência
pres	4,06
res	4,04
pres/area	4,15
res/area	4,17

Tabela 36 – Cálculo da razão de consistência dos subcritérios de exposição humana (1)

$\lambda$	4,105
$IC = (\lambda - n) / (n - 1)$	0,035
$RC = IC / IR$	<b>0,039</b>

## 7.6 PONDERAÇÃO DE SUBCRITÉRIOS DE EXPOSIÇÃO DO EDIFICADO E ANÁLISE DE CONSISTÊNCIA (1)

(1) FÁBIO CARDONA

Tabela 37 - Matriz de comparação par-a-par dos subcritérios de exposição do edifício (1)

Sub critérios	ed_cla	aloj	ed/aloj
ed_cla	1,00	3,00	2,00
aloj	0,33	1,00	0,33
ed/aloj	0,50	3,00	1,00
soma	1,83	7,00	3,33

Tabela 38 - Normalização da matriz de comparação dos subcritérios de exposição do edifício (1)

Sub critérios	ed_cla	aloj	ed/aloj
ed_cla	0,55	0,43	0,60
aloj	0,18	0,14	0,10
ed/aloj	0,27	0,43	0,30
soma	1	1	1

Tabela 41 - Determinação do vetor soma ponderada dos subcritérios de exposição do edifício (1)

Sub critérios	ed_cla	aloj	ed/aloj	soma(vetor soma ponderado)
ed_cla	0,52	0,42	0,67	1,62
aloj	0,17	0,14	0,11	0,43
ed/aloj	0,26	0,42	0,33	1,02

Tabela 40 – Cálculo dos pesos dos subcritérios de exposição do edifício (1)

Critérios	Pesos
ed_cla	<b>0,52</b>
aloj	<b>0,14</b>
ed/aloj	<b>0,33</b>
TOTAL	1,00

Tabela 39 – Cálculo do vetor consistência dos subcritérios de exposição do edifício (1))

Sub critérios	vetor soma ponderado / peso = consistência
ed_cla	3,08
aloj	3,02
ed/aloj	3,06

Tabela 42 – Cálculo da razão de consistência dos subcritérios de exposição do edifício (1)

$\lambda$	3,054
$IC = (\lambda - n) / (n - 1)$	0,027
$RC = IC / IR$	<b>0,046</b>

## 7.7 PONDERAÇÃO DE CRITÉRIOS DE EXPOSIÇÃO HUMANA E EDIFICADO E ANÁLISE DE CONSISTÊNCIA (1)

(1) FÁBIO CARDONA

Tabela 43 - Matriz de comparação par-a-par dos critérios de exposição humana e edificado (1)

Critérios	Humano	Edificado
Humano	1,00	3,00
Edificado	0,33	1,00
soma	1,33	4,00

Tabela 45 - Determinação do vetor soma ponderada dos critérios de exposição humana e edificado (1)

Critérios	Humano	Edificado	soma(vetor soma ponderado)
Humano	0,75	0,75	1,5
Edificado	0,25	0,25	0,5

Tabela 47 – Cálculo do vetor consistência dos critérios de exposição humana e edificado (1))

Critérios	vetor soma ponderado / peso = consistência
Humano	2
Edificado	2

Tabela 49 – – Cálculo da razão de consistência dos critérios de exposição humana e edificado (1)

$\lambda$	2
$IC = (\lambda - n) / (n - 1)$	0
$RC = IC / IR$	0

Tabela 44 - Normalização da matriz de comparação dos critérios de exposição humana e edificado (1)

Critérios	Humano	Edificado
Humano	0,75	0,75
Edificado	0,25	0,25
soma	1	1

Tabela 46 – Cálculo dos pesos dos critérios de exposição humana e edificado (1))

Critérios	Pesos
Humano	0,75
Edificado	0,25

Tabela 48 – Cálculo dos pesos totais dos subcritérios de exposição humana e edificado (1))

Critérios	Pesos totais
ed_cla	0,13
aloj	0,04
ed/aloj	0,08
pres	0,06
res	0,13
pres/area	0,18
res/area	0,38
soma	1,00



## 7.8 PONDERAÇÃO DE SUBCRITÉRIOS DE EXPOSIÇÃO HUMANA E ANÁLISE DE CONSISTÊNCIA (2)

(2) ENG. MOTA LOPES

Tabela 50 - Matriz de comparação par-a-par dos subcritérios de exposição humana (2)

Critérios	pres	res	pres/area	res/area
pres	1,00	0,33	0,33	0,20
res	3,00	1,00	3,00	0,33
pres/area	3,00	0,33	1,00	0,33
res/area	5,00	3,00	3,00	1,00
<b>soma</b>	12,00	4,67	7,33	1,87

Tabela 52 - Normalização da matriz de comparação dos subcritérios de exposição humana (2)

Critérios	pres	res	pres/area	res/area
pres	0,08	0,07	0,05	0,11
res	0,25	0,21	0,41	0,18
pres/area	0,25	0,07	0,14	0,18
res/area	0,42	0,64	0,41	0,54
<b>soma</b>	1	1	1	1

Tabela 51 - Determinação do vetor soma ponderada dos subcritérios de exposição humana (2)

Critérios	pres	res	pres/area	res/area	<b>soma(vetor soma ponderado)</b>
pres	0,08	0,09	0,05	0,10	0,32
res	0,23	0,26	0,48	0,17	1,14
pres/area	0,23	0,09	0,16	0,17	0,64
res/area	0,38	0,79	0,48	0,50	2,15

Tabela 53 – Cálculo dos pesos dos subcritérios de exposição humana (2)

Critérios	Pesos
pres	0,08
res	0,26
pres/area	0,16
res/area	0,50
<b>TOTAL</b>	1,00

Tabela 54 – Cálculo do vetor consistência dos subcritérios de exposição humana (2)

Critérios	vetor soma ponderado / peso = consistência
pres	4,14
res	4,33
pres/area	4,05
res/area	4,29

Tabela 55 – Cálculo da razão de consistência dos subcritérios de exposição humana (2)

$\lambda$		4,20
$IC = (\lambda - n) / (n - 1)$		0,07
$RC = IC / IR$		<b>0,07</b>

## 7.9 PONDERAÇÃO DE SUBCRITÉRIOS DE EXPOSIÇÃO DO EDIFICADO E ANÁLISE DE CONSISTÊNCIA (2)

(2) ENG. MOTA LOPES

Tabela 56 - Matriz de comparação par-a-par dos subcritérios de exposição do edificado (2)

	ed_cla	aloj	ed/aloj
ed_cla	1,00	3,00	2,00
aloj	0,33	1,00	0,33
ed/aloj	0,50	3,00	1,00
soma	1,83	7,00	3,33

Tabela 58 - Determinação do vetor soma ponderada dos subcritérios de exposição do edificado (2)

	ed_cla	aloj	ed/aloj	soma(vetor soma ponderado)
ed_cla	0,52	0,42	0,67	1,62
aloj	0,17	0,14	0,11	0,43
ed/aloj	0,26	0,42	0,33	1,02

Tabela 60 – Cálculo do vetor consistência dos subcritérios de exposição do edificado (2)

Subcritérios	vetor soma ponderado / peso = consistência
ed_cla	3,08
aloj	3,02
ed/aloj	3,06

Tabela 57 - Normalização da matriz de comparação dos subcritérios de exposição do edificado (2)

	ed_cla	aloj	ed/aloj
ed_cla	0,55	0,43	0,60
aloj	0,18	0,14	0,10
ed/aloj	0,27	0,43	0,30
soma	1	1	1

Tabela 59 – Cálculo dos pesos dos subcritérios de exposição do edificado (2)

Cálculo dos Pesos	
ed_cla	0,52
aloj	0,14
ed/aloj	0,33
TOTAL	1,00

Tabela 61 – Cálculo da razão de consistência dos subcritérios de exposição do edificado (2)

$\lambda$	3,05
$IC = (\lambda - n)/(n-1)$	0,03
$RC = IC/IR$	0,05

## 7.10 PONDERAÇÃO DE CRITÉRIOS DE EXPOSIÇÃO HUMANA E EDIFICADO E ANÁLISE DE CONSISTÊNCIA (2)

(2) ENG<sup>o</sup> MOTA  
LOPES

Tabela 63 - Matriz de comparação par-a-par dos critérios de exposição humana e edificado (2)

	Humano	Edificado
Humano	1,00	0,33
Edificado	3,00	1,00
soma	4,00	1,33

Tabela 62 - Normalização da matriz de comparação dos critérios de exposição humana e edificado (2)

	Humano	Edificado
Humano	0,25	0,25
Edificado	0,75	0,75
soma	1	1

Tabela 65 - Determinação do vetor soma ponderada dos critérios de exposição humana e edificado (2)

	Humano	Edificado	soma(vetor soma ponderado)
Humano	0,25	0,25	0,50
Edificado	0,75	0,75	1,50

Tabela 64 – Cálculo dos pesos dos critérios de exposição humana e edificado (2)

Cálculo dos Pesos	
Humano	0,25
Edificado	0,75

Tabela 67 – Cálculo do vetor consistência dos critérios de exposição humana e edificado (2)

	vetor soma ponderado / peso = consistência
Humano	2
Edificado	2

Tabela 66 – Cálculo dos pesos totais dos subcritérios de exposição humana e edificado (2)

Subcritérios	Pesos totais
ed_cla	0,39
aloj	0,11
ed/aloj	0,25
pres	0,02
res	0,07
pres/area	0,04
res/area	0,13
soma	1,00

Tabela 68 – Cálculo da razão de consistência dos critérios de exposição humana e edificado (2)

IC = $(\lambda - n)/(n-1)$	0
RC = IC/IR	0

## 7.11 MÉDIA DAS PONDERAÇÕES REALIZADAS PELOS ESPECIALISTAS DOS CRITÉRIOS TOTAIS

Tabela 69 – Média geométrica das ponderações realizadas pelos especialistas dos critérios de vulnerabilidade

Vulnerabilidade média geométrica	PESOS
topografia	0,187
distancia à costa	0,177
geologia	0,073
geomorfologia	0,112
agitação do mar	0,052
cos	0,037
erosão/acreção	0,359
Total	0,998

Tabela 70 - Média geométrica das ponderações realizadas pelos especialistas dos critérios de exposição

Exposição média geométrica	Pesos
ed_cla	0,227
aloj	0,061
ed/aloj	0,145
pres	0,034
res	0,092
pres/area	0,084
res/area	0,219
Total	0,862

## 7.12 TABELA DOS CUSTOS DA ESTRATÉGIA DE DEFESA/PROTEÇÃO

	esporãoN		esporãoS		defesa longitudinal1		defesa longitudinal2		defesa longitudinal 3		dunas artificiais		Custo total	
An os	custo instantâneo	custo acumulado	custo instantâneo	custo acumulado	custo instantâneo	custo acumulado	custo instantâneo	custo acumulado	custo instantâneo	custo acumulado	custo instantâneo	custo acumulado	custo instantâneo	custo acumulado
20	461	461	448	448	1 787	1 787	1 524	1 524	613	613	415	415	5 251	5 251
19	171,99 €	171,99 €	578,81 €	578,81 €	991,77 €	991,77 €	185,72 €	185,72 €	690,87 €	690,87 €	505,37 €	505,37 €	124,52 €	124,52 €
20	534	995	520	968	2 072	3 860	1 766	3 291	711	1 325	481	897	6 087	11 338
24	624,73 €	796,71 €	025,79 €	604,60 €	772,50 €	764,27 €	948,98 €	134,70 €	435,92 €	126,79 €	684,60 €	189,96 €	492,51 €	617,03 €
20	619	1 615	602	1 571	2 402	6 263	2 048	5 339	824	2 149	558	1 455	7 057	18 395
29	776,59 €	573,30 €	852,41 €	457,01 €	911,42 €	675,69 €	378,15 €	512,85 €	749,21 €	876,00 €	404,47 €	594,43 €	072,25 €	689,27 €
20	718	2 334	698	2 270	2 785	9 049	2 374	7 714	956	3 105	647	2 102	8 181	26 576
34	490,93 €	064,23 €	871,17 €	328,18 €	632,91 €	308,60 €	631,68 €	144,53 €	110,38 €	986,38 €	343,82 €	938,25 €	080,90 €	770,17 €
20	832	3 166	810	3 080	3 229	12 278	2 752	10 466	1 108	4 214	750	2 853	9 484	36 060
39	927,91 €	992,14 €	183,23 €	511,41 €	312,02 €	620,61 €	848,94 €	993,47 €	393,98 €	380,36 €	448,91 €	387,16 €	114,98 €	885,15 €
20	965	4 132	939	4 019	3 743	16 022	3 191	13 658	1 284	5 499	869	3 723	10 994	47 055
44	591,73 €	583,86 €	224,41 €	735,82 €	657,70 €	278,31 €	306,41 €	299,88 €	932,40 €	312,76 €	975,97 €	363,13 €	688,62 €	573,77 €
20	1 119	5 251	1 088	5 108	4 339	20 362	3 699	17 357	1 489	6 988	1 008	4 731	12 745	59 801
49	385,46 €	969,32 €	818,51 €	554,34 €	925,31 €	203,62 €	598,79 €	898,67 €	588,82 €	901,58 €	540,58 €	903,71 €	857,47 €	431,24 €
20	1 297	6 549	1 262	6 370	5 031	25 393	4 288	21 646	1 726	8 715	1 169	5 901	14 775	74 577
54	674,54 €	643,86 €	239,07 €	793,41 €	162,90 €	366,52 €	848,96 €	747,63 €	841,70 €	743,28 €	174,95 €	078,66 €	942,12 €	373,36 €
20	1 504	8 054	1 463	7 834	5 832	31 225	4 971	26 618	2 001	10 717	1 355	7 256	17 129	91 706
59	360,45 €	004,31 €	281,03 €	074,44 €	496,71 €	863,24 €	951,41 €	699,03 €	882,81 €	626,09 €	394,21 €	472,87 €	366,62 €	739,98 €
20	1 743	9 797	1 696	9 530	6 761	37 987	5 763	32 382	2 320	13 038	1 571	8 827	19 857	111 564
64	966,07 €	970,37 €	343,77 €	418,21 €	462,23 €	325,46 €	854,36 €	553,40 €	730,85 €	356,94 €	273,36 €	746,23 €	630,63 €	370,61 €
20	2 021	11 819	1 966	11 496	7 838	45 825	6 681	39 064	2 690	15 728	1 821	10 649	23 020	134 584
69	734,65 €	705,02 €	527,35 €	945,56 €	387,86 €	713,33 €	886,93 €	440,33 €	363,10 €	720,04 €	536,48 €	282,71 €	436,37 €	806,98 €
20	2 343	14 163	2 279	13 776	9 086	54 912	7 746	46 810	3 118	18 847	2 111	12 760	26 686	161 271
74	744,56 €	449,58 €	744,17 €	689,73 €	839,84 €	553,16 €	138,29 €	578,61 €	868,20 €	588,24 €	660,01 €	942,72 €	995,06 €	802,04 €
20	2 717	16 880	2 642	16 419	10 534	65 446	8 979	55 790	3 615	22 463	2 447	15 208	30 937	192 209
79	042,31 €	491,89 €	848,31 €	538,04 €	137,84 €	691,00 €	897,29 €	475,90 €	623,04 €	211,28 €	992,70 €	935,42 €	541,50 €	343,54 €
20	3 149	20 030	3 063	19 483	12 211	77 658	10 410	66 200	4 191	26 654	2 837	18 046	35 865	228 074
84	796,71 €	288,60 €	785,53 €	323,58 €	952,89 €	643,89 €	162,12 €	638,02 €	498,05 €	709,33 €	894,48 €	829,90 €	089,78 €	433,32 €
20	3 651	23 681	3 551	23 035	14 157	91 815	12 068	78 268	4 859	31 513	3 289	21 336	41 577	269 651
89	477,66 €	766,26 €	767,14 €	090,71 €	000,38 €	644,28 €	231,05 €	869,08 €	095,03 €	804,35 €	897,49 €	727,39 €	468,75 €	902,07 €
20	4 233	27 914	4 117	27 152	16 411	108 227	13 990	92 259	5 633	37 146	3 813	25 150	48 199	317 851
94	063,39 €	829,65 €	471,56 €	562,27 €	843,51 €	487,79 €	387,38 €	256,46 €	022,89 €	827,24 €	892,87 €	620,26 €	681,60 €	583,67 €
20	4 907	32 822	4 773	31 925	19 025	127 253	16 218	108 477	6 530	43 677	4 421	29 571	55 876	373 728
99	280,64 €	110,28 €	278,03 €	840,31 €	824,70 €	312,49 €	693,38 €	949,85 €	217,39 €	044,63 €	347,13 €	967,38 €	641,27 €	224,94 €
21	5 688	38 510	5 533	37 459	22 056	149 309	18 801	127 279	7 570	51 247	5 125	34 697	64 776	438 504
04	883,22 €	993,50 €	537,47 €	377,78 €	145,31 €	457,80 €	910,76 €	860,61 €	311,72 €	356,36 €	553,10 €	520,48 €	341,58 €	566,52 €
21	6 594	45 105	6 414	43 874	25 569	174 878	21 796	149 076	8 776	60 023	5 941	40 639	75 093	513 598
09	974,83 €	968,33 €	886,53 €	264,31 €	117,44 €	575,24 €	567,69 €	428,30 €	066,12 €	422,47 €	920,82 €	441,30 €	533,43 €	099,95 €
21	7 645	52 751	7 436	51 310	29 641	204 520	25 268	174 344	10 173	70 197	6 888	47 527	87 053	600 652
14	383,34 €	351,67 €	611,64 €	875,95 €	614,95 €	190,20 €	195,83 €	624,13 €	865,92 €	288,39 €	314,76 €	756,06 €	986,45 €	086,40 €
Tot al	52 751		51 310		204 520		174 344		70 197		47 527		600 652	
	351,67 €		875,95 €		190,20 €		624,13 €		288,39 €		756,06 €		086,40 €	

## 7.13 TABELA DOS CÁLCULOS DOS CUSTOS DA ESTRATÉGIA DE RELOCALIZAÇÃO E ACOMODAÇÃO NO ANO INICIAL

Tipo de Edifício	Andares	Atividade	Área superficial (m2)	Área Total (m2)	Preço Zona III (€/m)	Preço construção	Média área/andar (m2)	Preço médio de demolição	Acomodação
ANEXO_PRECARIO	1	PARTICULAR	143,6	143,6	n/a	n/a	62,2	862,11 €	n/a
ANEXO_PRECARIO	1	PARTICULAR	76,5	76,5	n/a	n/a	62,2	862,11 €	n/a
ANEXO_PRECARIO	1	PARTICULAR	97,7	97,7	n/a	n/a	62,2	862,11 €	n/a
ANEXO_PRECARIO	1	PARTICULAR	25,0	25,0	n/a	n/a	62,2	862,11 €	n/a
ANEXO_PRECARIO	1	PARTICULAR	25,1	25,1	n/a	n/a	62,2	862,11 €	n/a
ANEXO_PRECARIO	1	PARTICULAR	28,8	28,8	n/a	n/a	62,2	862,11 €	n/a
ANEXO_PRECARIO	1	PARTICULAR	38,6	38,6	n/a	n/a	62,2	862,11 €	n/a
ED_APOIO	1	COMERCIAL	25,9	25,9	634,41	16 431,42 €	81,9	1 096,95 €	4 929,42 €
ED_APOIO	1	COMERCIAL	117,5	117,5	634,41	74 531,37 €	81,9	1 096,95 €	22 359,41 €
ED_APOIO	1	COMERCIAL	102,3	102,3	634,41	64 890,52 €	81,9	1 096,95 €	19 467,16 €
ED_APOIO	1	DESPORTO	628,1	628,1	634,41	398 490,21 €	447,0	5 417,80 €	119 547,06 €
ED_APOIO	1	DESPORTO	266,0	266,0	634,41	168 723,00 €	447,0	5 417,80 €	50 616,90 €
ED_APOIO	1	PARTICULAR	61,6	61,6	634,41	39 050,33 €	60,2	723,06 €	11 715,10 €
ED_APOIO	1	PARTICULAR	81,4	81,4	634,41	51 652,60 €	60,2	723,06 €	15 495,78 €
ED_APOIO	1	PARTICULAR	50,5	50,5	634,41	32 067,51 €	60,2	723,06 €	9 620,25 €
ED_APOIO	1	PARTICULAR	117,1	117,1	634,41	74 289,93 €	60,2	723,06 €	22 286,98 €
ED_APOIO	1	PARTICULAR	70,4	70,4	634,41	44 677,36 €	60,2	723,06 €	13 403,21 €
ED_APOIO	1	PARTICULAR	71,3	71,3	634,41	45 207,97 €	60,2	723,06 €	13 562,39 €
ED_APOIO	1	PARTICULAR	49,9	49,9	634,41	31 656,60 €	60,2	723,06 €	9 496,98 €
ED_APOIO	1	PARTICULAR	41,8	41,8	634,41	26 502,63 €	60,2	723,06 €	7 950,79 €
ED_APOIO	1	PARTICULAR	67,9	67,9	634,41	43 074,75 €	60,2	723,06 €	12 922,43 €
ED_APOIO	1	PARTICULAR	65,6	65,6	634,41	41 591,33 €	60,2	723,06 €	12 477,40 €
ED_APOIO	1	PARTICULAR	88,9	88,9	634,41	56 379,62 €	60,2	723,06 €	16 913,89 €
ED_APOIO	1	PARTICULAR	60,0	60,0	634,41	38 083,85 €	60,2	723,06 €	11 425,16 €
ED_APOIO	1	PARTICULAR	79,5	79,5	634,41	50 461,20 €	60,2	723,06 €	15 138,36 €
ED_APOIO	1	PARTICULAR	42,9	42,9	634,41	27 202,12 €	60,2	723,06 €	8 160,64 €
ED_APOIO	1	PARTICULAR	55,4	55,4	634,41	35 126,04 €	60,2	723,06 €	10 537,81 €
ED_APOIO	1	PARTICULAR	68,6	68,6	634,41	43 551,81 €	60,2	723,06 €	13 065,54 €
ED_APOIO	1	PARTICULAR	24,3	24,3	634,41	15 396,62 €	60,2	723,06 €	4 618,99 €
ED_APOIO	1	PARTICULAR	25,6	25,6	634,41	16 210,24 €	60,2	723,06 €	4 863,07 €



Tipo de Edifício	Andares	Atividade	Área superficial (m2)	Área Total (m2)	Preço Zona III (€/m)	Preço construção	Média área/andar (m2)	Preço médio de demolição	Acomodação
ED_APOIO	1	PARTICULAR	21,9	21,9	634,41	13 867,53 €	60,2	723,06 €	4 160,26 €
ED_PARTICULAR	6	PARTICULAR	1622,8	9737,0	634,41	6 177 218,73 €	9737,0	121 606,95 €	1 853 165,62 €
ED_PARTICULAR	5	PARTICULAR	171,4	856,8	634,41	543 539,01 €	2226,4	28 656,66 €	163 061,70 €
ED_PARTICULAR	5	PARTICULAR	187,6	937,8	634,41	594 945,05 €	2226,4	28 656,66 €	178 483,52 €
ED_PARTICULAR	5	PARTICULAR	844,1	4220,3	634,41	2 677 401,65 €	2226,4	28 656,66 €	803 220,50 €
ED_PARTICULAR	5	PARTICULAR	218,7	1093,6	634,41	693 765,80 €	2226,4	28 656,66 €	208 129,74 €
ED_PARTICULAR	5	PARTICULAR	493,5	2467,5	634,41	1 565 409,35 €	2226,4	28 656,66 €	469 622,80 €
ED_PARTICULAR	5	PARTICULAR	1286,9	6434,7	634,41	4 082 243,95 €	2226,4	28 656,66 €	1 224 673,19 €
ED_PARTICULAR	5	PARTICULAR	250,3	1251,3	634,41	793 855,87 €	2226,4	28 656,66 €	238 156,76 €
ED_PARTICULAR	5	PARTICULAR	212,9	1064,7	634,41	675 483,88 €	2226,4	28 656,66 €	202 645,16 €
ED_PARTICULAR	5	PARTICULAR	329,9	1649,5	634,41	1 046 468,05 €	2226,4	28 656,66 €	313 940,41 €
ED_PARTICULAR	5	PARTICULAR	457,6	2287,9	634,41	1 451 451,05 €	2226,4	28 656,66 €	435 435,32 €
ED_PARTICULAR	4	PARTICULAR	297,2	1188,6	634,41	754 064,67 €	831,8	10 610,03 €	226 219,40 €
ED_PARTICULAR	4	PARTICULAR	521,5	2086,0	634,41	1 323 348,59 €	831,8	10 610,03 €	397 004,58 €
ED_PARTICULAR	4	PARTICULAR	116,2	464,7	634,41	294 822,51 €	831,8	10 610,03 €	88 446,75 €
ED_PARTICULAR	4	PARTICULAR	335,4	1341,6	634,41	851 110,90 €	831,8	10 610,03 €	255 333,27 €
ED_PARTICULAR	4	PARTICULAR	161,5	645,9	634,41	409 781,04 €	831,8	10 610,03 €	122 934,31 €
ED_PARTICULAR	4	PARTICULAR	152,6	610,6	634,41	387 355,19 €	831,8	10 610,03 €	116 206,56 €
ED_PARTICULAR	4	PARTICULAR	167,2	668,7	634,41	424 244,33 €	831,8	10 610,03 €	127 273,30 €
ED_PARTICULAR	4	PARTICULAR	122,4	489,5	634,41	310 549,75 €	831,8	10 610,03 €	93 164,92 €
ED_PARTICULAR	4	PARTICULAR	164,2	656,9	634,41	416 720,22 €	831,8	10 610,03 €	125 016,07 €
ED_PARTICULAR	4	PARTICULAR	223,9	895,7	634,41	568 251,07 €	831,8	10 610,03 €	170 475,32 €
ED_PARTICULAR	4	PARTICULAR	317,3	1269,2	634,41	805 161,50 €	831,8	10 610,03 €	241 548,45 €
ED_PARTICULAR	4	PARTICULAR	219,4	877,5	634,41	556 720,05 €	831,8	10 610,03 €	167 016,02 €
ED_PARTICULAR	4	PARTICULAR	191,4	765,7	634,41	485 770,93 €	831,8	10 610,03 €	145 731,28 €
ED_PARTICULAR	4	PARTICULAR	110,8	443,1	634,41	281 114,05 €	831,8	10 610,03 €	84 334,22 €
ED_PARTICULAR	4	PARTICULAR	183,1	732,3	634,41	464 567,55 €	831,8	10 610,03 €	139 370,26 €
ED_PARTICULAR	4	PARTICULAR	87,1	348,3	634,41	220 965,95 €	831,8	10 610,03 €	66 289,79 €
ED_PARTICULAR	4	PARTICULAR	84,8	339,3	634,41	215 262,67 €	831,8	10 610,03 €	64 578,80 €
ED_PARTICULAR	4	PARTICULAR	162,1	648,6	634,41	411 464,53 €	831,8	10 610,03 €	123 439,36 €
ED_PARTICULAR	4	PARTICULAR	153,1	612,2	634,41	388 395,22 €	831,8	10 610,03 €	116 518,56 €
ED_PARTICULAR	4	PARTICULAR	250,1	1000,2	634,41	634 554,81 €	831,8	10 610,03 €	190 366,44 €
ED_PARTICULAR	4	PARTICULAR	251,9	1007,8	634,41	639 345,03 €	831,8	10 610,03 €	191 803,51 €
ED_PARTICULAR	4	PARTICULAR	572,0	2288,1	634,41	1 451 585,03 €	831,8	10 610,03 €	435 475,51 €

Tipo de Edifício	Andares	Atividade	Área superficial (m2)	Área Total (m2)	Preço Zona III (€/m)	Preço construção	Média área/andar (m2)	Preço médio de demolição	Acomodação
ED_PARTICULAR	4	PARTICULAR	125,9	503,5	634,41	319 414,06 €	831,8	10 610,03 €	95 824,22 €
ED_PARTICULAR	4	PARTICULAR	85,7	342,6	634,41	217 374,97 €	831,8	10 610,03 €	65 212,49 €
ED_PARTICULAR	4	PARTICULAR	65,5	261,9	634,41	166 137,81 €	831,8	10 610,03 €	49 841,34 €
ED_PARTICULAR	4	PARTICULAR	88,8	355,4	634,41	225 459,93 €	831,8	10 610,03 €	67 637,98 €
ED_PARTICULAR	4	PARTICULAR	112,2	448,7	634,41	284 651,58 €	831,8	10 610,03 €	85 395,47 €
ED_PARTICULAR	4	PARTICULAR	67,5	270,1	634,41	171 371,04 €	831,8	10 610,03 €	51 411,31 €
ED_PARTICULAR	4	PARTICULAR	89,8	359,0	634,41	227 763,21 €	831,8	10 610,03 €	68 328,96 €
ED_PARTICULAR	4	PARTICULAR	73,7	295,0	634,41	187 119,83 €	831,8	10 610,03 €	56 135,95 €
ED_PARTICULAR	4	PARTICULAR	106,8	427,2	634,41	271 017,81 €	831,8	10 610,03 €	81 305,34 €
ED_PARTICULAR	4	PARTICULAR	204,3	817,2	634,41	518 466,85 €	831,8	10 610,03 €	155 540,06 €
ED_PARTICULAR	4	PARTICULAR	111,7	446,8	634,41	283 444,70 €	831,8	10 610,03 €	85 033,41 €
ED_PARTICULAR	4	PARTICULAR	101,4	405,5	634,41	257 269,92 €	831,8	10 610,03 €	77 180,98 €
ED_PARTICULAR	4	PARTICULAR	52,0	208,2	634,41	132 075,01 €	831,8	10 610,03 €	39 622,50 €
ED_PARTICULAR	4	PARTICULAR	306,0	1224,1	634,41	776 609,07 €	831,8	10 610,03 €	232 982,72 €
ED_PARTICULAR	4	PARTICULAR	95,5	381,9	634,41	242 273,81 €	831,8	10 610,03 €	72 682,14 €
ED_PARTICULAR	4	PARTICULAR	503,3	2013,1	634,41	1 277 116,73 €	831,8	10 610,03 €	383 135,02 €
ED_PARTICULAR	4	PARTICULAR	533,0	2132,0	634,41	1 352 563,47 €	831,8	10 610,03 €	405 769,04 €
ED_PARTICULAR	4	PARTICULAR	103,3	413,2	634,41	262 114,01 €	831,8	10 610,03 €	78 634,20 €
ED_PARTICULAR	4	PARTICULAR	863,4	3453,6	634,41	2 190 994,58 €	831,8	10 610,03 €	657 298,37 €
ED_PARTICULAR	4	PARTICULAR	111,1	444,3	634,41	281 839,70 €	831,8	10 610,03 €	84 551,91 €
ED_PARTICULAR	4	PARTICULAR	204,3	817,2	634,41	518 443,50 €	831,8	10 610,03 €	155 533,05 €
ED_PARTICULAR	4	PARTICULAR	281,7	1126,9	634,41	714 903,53 €	831,8	10 610,03 €	214 471,06 €
ED_PARTICULAR	4	PARTICULAR	189,3	757,2	634,41	480 397,64 €	831,8	10 610,03 €	144 119,29 €
ED_PARTICULAR	4	PARTICULAR	252,6	1010,3	634,41	640 960,75 €	831,8	10 610,03 €	192 288,23 €
ED_PARTICULAR	4	PARTICULAR	112,0	447,8	634,41	284 117,16 €	831,8	10 610,03 €	85 235,15 €
ED_PARTICULAR	4	PARTICULAR	348,1	1392,3	634,41	883 297,39 €	831,8	10 610,03 €	264 989,22 €
ED_PARTICULAR	4	PARTICULAR	155,8	623,4	634,41	395 483,71 €	831,8	10 610,03 €	118 645,11 €
ED_PARTICULAR	3	PARTICULAR	82,2	246,7	634,41	156 504,35 €	347,9	4 450,63 €	46 951,30 €
ED_PARTICULAR	3	PARTICULAR	250,9	752,7	634,41	477 509,27 €	347,9	4 450,63 €	143 252,78 €
ED_PARTICULAR	3	PARTICULAR	243,8	731,5	634,41	464 044,75 €	347,9	4 450,63 €	139 213,42 €
ED_PARTICULAR	3	PARTICULAR	82,9	248,8	634,41	157 868,81 €	347,9	4 450,63 €	47 360,64 €
ED_PARTICULAR	3	PARTICULAR	56,1	168,3	634,41	106 794,24 €	347,9	4 450,63 €	32 038,27 €
ED_PARTICULAR	3	PARTICULAR	123,7	371,1	634,41	235 401,75 €	347,9	4 450,63 €	70 620,53 €
ED_PARTICULAR	3	PARTICULAR	62,1	186,3	634,41	118 210,11 €	347,9	4 450,63 €	35 463,03 €

Tipo de Edifício	Andares	Atividade	Área superficial (m2)	Área Total (m2)	Preço Zona III (€/m)	Preço construção	Média área/andar (m2)	Preço médio de demolição	Acomodação
ED_PARTICULAR	3	PARTICULAR	185,6	556,9	634,41	353 331,75 €	347,9	4 450,63 €	105 999,53 €
ED_PARTICULAR	3	PARTICULAR	202,1	606,2	634,41	384 591,03 €	347,9	4 450,63 €	115 377,31 €
ED_PARTICULAR	3	PARTICULAR	207,3	621,9	634,41	394 542,35 €	347,9	4 450,63 €	118 362,71 €
ED_PARTICULAR	3	PARTICULAR	116,6	349,7	634,41	221 844,50 €	347,9	4 450,63 €	66 553,35 €
ED_PARTICULAR	3	PARTICULAR	84,4	253,1	634,41	160 597,73 €	347,9	4 450,63 €	48 179,32 €
ED_PARTICULAR	3	PARTICULAR	64,1	192,3	634,41	121 997,99 €	347,9	4 450,63 €	36 599,40 €
ED_PARTICULAR	3	PARTICULAR	125,3	375,8	634,41	238 427,56 €	347,9	4 450,63 €	71 528,27 €
ED_PARTICULAR	3	PARTICULAR	60,4	181,1	634,41	114 914,65 €	347,9	4 450,63 €	34 474,40 €
ED_PARTICULAR	3	PARTICULAR	165,0	495,0	634,41	314 062,93 €	347,9	4 450,63 €	94 218,88 €
ED_PARTICULAR	3	PARTICULAR	60,3	180,8	634,41	114 715,44 €	347,9	4 450,63 €	34 414,63 €
ED_PARTICULAR	3	PARTICULAR	98,5	295,4	634,41	187 382,72 €	347,9	4 450,63 €	56 214,82 €
ED_PARTICULAR	3	PARTICULAR	166,3	498,8	634,41	316 427,53 €	347,9	4 450,63 €	94 928,26 €
ED_PARTICULAR	3	PARTICULAR	90,8	272,4	634,41	172 844,63 €	347,9	4 450,63 €	51 853,39 €
ED_PARTICULAR	3	PARTICULAR	64,8	194,3	634,41	123 238,78 €	347,9	4 450,63 €	36 971,63 €
ED_PARTICULAR	3	PARTICULAR	66,8	200,5	634,41	127 196,87 €	347,9	4 450,63 €	38 159,06 €
ED_PARTICULAR	3	PARTICULAR	203,8	611,3	634,41	387 827,81 €	347,9	4 450,63 €	116 348,34 €
ED_PARTICULAR	3	PARTICULAR	54,3	163,0	634,41	103 406,35 €	347,9	4 450,63 €	31 021,91 €
ED_PARTICULAR	3	PARTICULAR	84,6	253,9	634,41	161 089,66 €	347,9	4 450,63 €	48 326,90 €
ED_PARTICULAR	3	PARTICULAR	71,4	214,3	634,41	135 940,66 €	347,9	4 450,63 €	40 782,20 €
ED_PARTICULAR	3	PARTICULAR	123,8	371,4	634,41	235 597,18 €	347,9	4 450,63 €	70 679,15 €
ED_PARTICULAR	3	PARTICULAR	167,3	502,0	634,41	318 488,09 €	347,9	4 450,63 €	95 546,43 €
ED_PARTICULAR	3	PARTICULAR	131,5	394,5	634,41	250 258,07 €	347,9	4 450,63 €	75 077,42 €
ED_PARTICULAR	3	PARTICULAR	97,5	292,6	634,41	185 637,41 €	347,9	4 450,63 €	55 691,22 €
ED_PARTICULAR	3	PARTICULAR	65,8	197,5	634,41	125 286,14 €	347,9	4 450,63 €	37 585,84 €
ED_PARTICULAR	3	PARTICULAR	57,3	171,9	634,41	109 061,84 €	347,9	4 450,63 €	32 718,55 €
ED_PARTICULAR	3	PARTICULAR	111,3	334,0	634,41	211 900,97 €	347,9	4 450,63 €	63 570,29 €
ED_PARTICULAR	3	PARTICULAR	161,9	485,6	634,41	308 092,40 €	347,9	4 450,63 €	92 427,72 €
ED_PARTICULAR	3	PARTICULAR	68,3	204,8	634,41	129 930,94 €	347,9	4 450,63 €	38 979,28 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	167,3	334,7	634,41	212 323,12 €	347,9	2 542,04 €	63 696,94 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	92,4	184,7	634,41	117 183,04 €	347,9	2 542,04 €	35 154,91 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	254,7	509,4	634,41	323 174,33 €	347,9	2 542,04 €	96 952,30 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	119,4	238,8	634,41	151 475,50 €	347,9	2 542,04 €	45 442,65 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	67,7	135,3	634,41	85 861,38 €	347,9	2 542,04 €	25 758,41 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	164,0	328,0	634,41	208 104,57 €	347,9	2 542,04 €	62 431,37 €

Tipo de Edifício	Andares	Atividade	Área superficial (m2)	Área Total (m2)	Preço Zona III (€/m)	Preço construção	Média área/andar (m2)	Preço médio de demolição	Acomodação
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	153,3	306,5	634,41	194 450,85 €	347,9	2 542,04 €	58 335,26 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	106,8	213,5	634,41	135 468,86 €	347,9	2 542,04 €	40 640,66 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	143,6	287,2	634,41	182 203,98 €	347,9	2 542,04 €	54 661,19 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	95,3	190,6	634,41	120 897,62 €	347,9	2 542,04 €	36 269,29 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	154,2	308,4	634,41	195 637,62 €	347,9	2 542,04 €	58 691,29 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	47,3	94,6	634,41	60 019,93 €	347,9	2 542,04 €	18 005,98 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	217,8	435,6	634,41	276 375,34 €	347,9	2 542,04 €	82 912,60 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	51,9	103,8	634,41	65 823,09 €	347,9	2 542,04 €	19 746,93 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	109,9	219,8	634,41	139 462,65 €	347,9	2 542,04 €	41 838,80 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	43,6	87,1	634,41	55 283,82 €	347,9	2 542,04 €	16 585,15 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	149,7	299,4	634,41	189 914,05 €	347,9	2 542,04 €	56 974,22 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	64,5	129,0	634,41	81 827,42 €	347,9	2 542,04 €	24 548,23 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	119,6	239,1	634,41	151 696,87 €	347,9	2 542,04 €	45 509,06 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	141,0	282,0	634,41	178 917,51 €	347,9	2 542,04 €	53 675,25 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	93,6	187,1	634,41	118 712,32 €	347,9	2 542,04 €	35 613,70 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	108,3	216,7	634,41	137 457,42 €	347,9	2 542,04 €	41 237,23 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	76,6	153,2	634,41	97 174,84 €	347,9	2 542,04 €	29 152,45 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	195,5	390,9	634,41	248 016,25 €	347,9	2 542,04 €	74 404,88 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	77,0	154,0	634,41	97 718,73 €	347,9	2 542,04 €	29 315,62 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	76,4	152,7	634,41	96 897,44 €	347,9	2 542,04 €	29 069,23 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	67,8	135,5	634,41	85 967,53 €	347,9	2 542,04 €	25 790,26 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	78,2	156,4	634,41	99 242,80 €	347,9	2 542,04 €	29 772,84 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	60,6	121,1	634,41	76 846,69 €	347,9	2 542,04 €	23 054,01 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	54,8	109,6	634,41	69 529,71 €	347,9	2 542,04 €	20 858,91 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	160,5	321,0	634,41	203 669,53 €	347,9	2 542,04 €	61 100,86 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	139,1	278,1	634,41	176 440,31 €	347,9	2 542,04 €	52 932,09 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	163,7	327,4	634,41	207 705,94 €	347,9	2 542,04 €	62 311,78 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	133,7	267,4	634,41	169 618,82 €	347,9	2 542,04 €	50 885,65 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	60,1	120,1	634,41	76 210,32 €	347,9	2 542,04 €	22 863,10 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	201,4	402,7	634,41	255 494,73 €	347,9	2 542,04 €	76 648,42 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	52,6	105,2	634,41	66 720,84 €	347,9	2 542,04 €	20 016,25 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	69,5	139,1	634,41	88 217,50 €	347,9	2 542,04 €	26 465,25 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	161,0	321,9	634,41	204 244,11 €	347,9	2 542,04 €	61 273,23 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	51,8	103,7	634,41	65 772,31 €	347,9	2 542,04 €	19 731,69 €

Tipo de Edifício	Andares	Atividade	Área superficial (m2)	Área Total (m2)	Preço Zona III (€/m)	Preço construção	Média área/andar (m2)	Preço médio de demolição	Acomodação
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	68,0	136,1	634,41	86 316,36 €	347,9	2 542,04 €	25 894,91 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	79,4	158,7	634,41	100 690,47 €	347,9	2 542,04 €	30 207,14 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	65,1	130,2	634,41	82 617,90 €	347,9	2 542,04 €	24 785,37 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	108,7	217,3	634,41	137 887,17 €	347,9	2 542,04 €	41 366,15 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	63,2	126,4	634,41	80 201,50 €	347,9	2 542,04 €	24 060,45 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	92,0	184,1	634,41	116 777,96 €	347,9	2 542,04 €	35 033,39 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	118,8	237,6	634,41	150 758,20 €	347,9	2 542,04 €	45 227,46 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	103,0	206,1	634,41	130 733,63 €	347,9	2 542,04 €	39 220,09 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	64,8	129,6	634,41	82 198,70 €	347,9	2 542,04 €	24 659,61 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	114,6	229,2	634,41	145 419,02 €	347,9	2 542,04 €	43 625,70 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	81,0	162,0	634,41	102 779,14 €	347,9	2 542,04 €	30 833,74 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	50,4	100,7	634,41	63 893,50 €	347,9	2 542,04 €	19 168,05 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	99,9	199,7	634,41	126 696,33 €	347,9	2 542,04 €	38 008,90 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	58,7	117,5	634,41	74 530,42 €	347,9	2 542,04 €	22 359,12 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	63,1	126,2	634,41	80 094,20 €	347,9	2 542,04 €	24 028,26 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	50,4	100,9	634,41	63 988,50 €	347,9	2 542,04 €	19 196,55 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	58,7	117,5	634,41	74 523,01 €	347,9	2 542,04 €	22 356,90 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	64,2	128,4	634,41	81 478,79 €	347,9	2 542,04 €	24 443,64 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	80,5	161,0	634,41	102 121,63 €	347,9	2 542,04 €	30 636,49 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	117,1	234,1	634,41	148 534,91 €	347,9	2 542,04 €	44 560,47 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	129,0	257,9	634,41	163 630,00 €	347,9	2 542,04 €	49 089,00 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	60,9	121,9	634,41	77 316,91 €	347,9	2 542,04 €	23 195,07 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	85,5	171,1	634,41	108 539,41 €	347,9	2 542,04 €	32 561,82 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	58,8	117,7	634,41	74 653,14 €	347,9	2 542,04 €	22 395,94 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	71,0	142,0	634,41	90 096,43 €	347,9	2 542,04 €	27 028,93 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	104,6	209,2	634,41	132 746,58 €	347,9	2 542,04 €	39 823,97 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	71,7	143,4	634,41	90 981,60 €	347,9	2 542,04 €	27 294,48 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	89,8	179,6	634,41	113 944,29 €	347,9	2 542,04 €	34 183,29 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	69,1	138,2	634,41	87 691,99 €	347,9	2 542,04 €	26 307,60 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	199,2	398,4	634,41	252 729,27 €	347,9	2 542,04 €	75 818,78 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	50,6	101,2	634,41	64 178,08 €	347,9	2 542,04 €	19 253,42 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	91,0	182,0	634,41	115 448,86 €	347,9	2 542,04 €	34 634,66 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	91,3	182,6	634,41	115 830,90 €	347,9	2 542,04 €	34 749,27 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	77,2	154,4	634,41	97 922,59 €	347,9	2 542,04 €	29 376,78 €

Tipo de Edifício	Andares	Atividade	Área superficial (m2)	Área Total (m2)	Preço Zona III (€/m)	Preço construção	Média área/andar (m2)	Preço médio de demolição	Acomodação
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	105,1	210,3	634,41	133 408,88 €	347,9	2 542,04 €	40 022,66 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	49,4	98,8	634,41	62 709,96 €	347,9	2 542,04 €	18 812,99 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	74,4	148,9	634,41	94 463,27 €	347,9	2 542,04 €	28 338,98 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	80,0	160,1	634,41	101 552,51 €	347,9	2 542,04 €	30 465,75 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	92,0	184,0	634,41	116 763,06 €	347,9	2 542,04 €	35 028,92 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	190,7	381,5	634,41	242 010,06 €	347,9	2 542,04 €	72 603,02 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	76,3	152,6	634,41	96 815,43 €	347,9	2 542,04 €	29 044,63 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	75,8	151,6	634,41	96 156,72 €	347,9	2 542,04 €	28 847,02 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	82,5	165,1	634,41	104 718,21 €	347,9	2 542,04 €	31 415,46 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	118,4	236,8	634,41	150 227,58 €	347,9	2 542,04 €	45 068,27 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	93,2	186,5	634,41	118 286,26 €	347,9	2 542,04 €	35 485,88 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	59,7	119,4	634,41	75 724,41 €	347,9	2 542,04 €	22 717,32 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	136,2	272,4	634,41	172 838,67 €	347,9	2 542,04 €	51 851,60 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	73,7	147,5	634,41	93 555,88 €	347,9	2 542,04 €	28 066,76 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	207,2	414,5	634,41	262 938,25 €	347,9	2 542,04 €	78 881,48 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	64,6	129,2	634,41	81 988,09 €	347,9	2 542,04 €	24 596,43 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	94,9	189,8	634,41	120 386,94 €	347,9	2 542,04 €	36 116,08 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	96,8	193,6	634,41	122 804,17 €	347,9	2 542,04 €	36 841,25 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	85,8	171,6	634,41	108 845,41 €	347,9	2 542,04 €	32 653,62 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	128,5	257,0	634,41	163 015,52 €	347,9	2 542,04 €	48 904,66 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	39,3	78,6	634,41	49 854,71 €	347,9	2 542,04 €	14 956,41 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	81,4	162,8	634,41	103 262,56 €	347,9	2 542,04 €	30 978,77 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	70,9	141,7	634,41	89 899,67 €	347,9	2 542,04 €	26 969,90 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	111,9	223,9	634,41	142 022,92 €	347,9	2 542,04 €	42 606,88 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	174,0	348,0	634,41	220 751,99 €	347,9	2 542,04 €	66 225,60 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	116,0	232,0	634,41	147 191,34 €	347,9	2 542,04 €	44 157,40 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	88,3	176,7	634,41	112 071,08 €	347,9	2 542,04 €	33 621,32 €
ED_PARTICULAR	2	PARTICULAR	95,6	191,3	634,41	121 359,03 €	347,9	2 542,04 €	36 407,71 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	109,5	109,5	634,41	69 438,79 €	68,8	953,78 €	20 831,64 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	179,1	179,1	634,41	113 620,45 €	68,8	953,78 €	34 086,13 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	140,8	140,8	634,41	89 346,79 €	68,8	953,78 €	26 804,04 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	71,0	71,0	634,41	45 064,94 €	68,8	953,78 €	13 519,48 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	84,6	84,6	634,41	53 641,17 €	68,8	953,78 €	16 092,35 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	43,7	43,7	634,41	27 707,68 €	68,8	953,78 €	8 312,31 €



Tipo de Edifício	Andares	Atividade	Área superficial (m2)	Área Total (m2)	Preço Zona III (€/m)	Preço construção	Média área/andar (m2)	Preço médio de demolição	Acomodação
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	34,1	34,1	634,41	21 639,06 €	68,8	953,78 €	6 491,72 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	123,3	123,3	634,41	78 191,08 €	68,8	953,78 €	23 457,33 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	59,0	59,0	634,41	37 443,56 €	68,8	953,78 €	11 233,07 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	180,5	180,5	634,41	114 489,75 €	68,8	953,78 €	34 346,93 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	61,4	61,4	634,41	38 977,01 €	68,8	953,78 €	11 693,10 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	32,9	32,9	634,41	20 861,54 €	68,8	953,78 €	6 258,46 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	43,4	43,4	634,41	27 563,20 €	68,8	953,78 €	8 268,96 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	35,9	35,9	634,41	22 783,32 €	68,8	953,78 €	6 835,00 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	31,3	31,3	634,41	19 859,22 €	68,8	953,78 €	5 957,77 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	42,4	42,4	634,41	26 922,89 €	68,8	953,78 €	8 076,87 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	49,0	49,0	634,41	31 100,42 €	68,8	953,78 €	9 330,12 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	84,6	84,6	634,41	53 693,11 €	68,8	953,78 €	16 107,93 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	73,9	73,9	634,41	46 889,49 €	68,8	953,78 €	14 066,85 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	86,8	86,8	634,41	55 096,23 €	68,8	953,78 €	16 528,87 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	67,6	67,6	634,41	42 861,16 €	68,8	953,78 €	12 858,35 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	38,6	38,6	634,41	24 462,62 €	68,8	953,78 €	7 338,79 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	40,1	40,1	634,41	25 440,53 €	68,8	953,78 €	7 632,16 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	89,7	89,7	634,41	56 925,71 €	68,8	953,78 €	17 077,71 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	232,0	232,0	634,41	147 166,59 €	68,8	953,78 €	44 149,98 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	66,0	66,0	634,41	41 876,51 €	68,8	953,78 €	12 562,95 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	54,7	54,7	634,41	34 703,22 €	68,8	953,78 €	10 410,97 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	67,2	67,2	634,41	42 641,00 €	68,8	953,78 €	12 792,30 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	35,3	35,3	634,41	22 397,33 €	68,8	953,78 €	6 719,20 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	148,6	148,6	634,41	94 290,41 €	68,8	953,78 €	28 287,12 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	80,3	80,3	634,41	50 919,82 €	68,8	953,78 €	15 275,95 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	45,8	45,8	634,41	29 074,23 €	68,8	953,78 €	8 722,27 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	76,5	76,5	634,41	48 537,71 €	68,8	953,78 €	14 561,31 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	78,5	78,5	634,41	49 812,61 €	68,8	953,78 €	14 943,78 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	40,1	40,1	634,41	25 428,12 €	68,8	953,78 €	7 628,44 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	54,0	54,0	634,41	34 260,78 €	68,8	953,78 €	10 278,23 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	56,4	56,4	634,41	35 800,12 €	68,8	953,78 €	10 740,04 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	43,7	43,7	634,41	27 696,11 €	68,8	953,78 €	8 308,83 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	59,8	59,8	634,41	37 910,53 €	68,8	953,78 €	11 373,16 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	63,0	63,0	634,41	39 948,96 €	68,8	953,78 €	11 984,69 €

Tipo de Edifício	Andares	Atividade	Área superficial (m2)	Área Total (m2)	Preço Zona III (€/m)	Preço construção	Média área/andar (m2)	Preço médio de demolição	Acomodação
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	124,5	124,5	634,41	78 998,08 €	68,8	953,78 €	23 699,42 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	61,8	61,8	634,41	39 193,76 €	68,8	953,78 €	11 758,13 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	54,5	54,5	634,41	34 599,50 €	68,8	953,78 €	10 379,85 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	60,6	60,6	634,41	38 451,98 €	68,8	953,78 €	11 535,59 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	138,9	138,9	634,41	88 093,27 €	68,8	953,78 €	26 427,98 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	60,6	60,6	634,41	38 456,76 €	68,8	953,78 €	11 537,03 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	52,3	52,3	634,41	33 191,95 €	68,8	953,78 €	9 957,59 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	64,0	64,0	634,41	40 595,46 €	68,8	953,78 €	12 178,64 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	85,9	85,9	634,41	54 524,79 €	68,8	953,78 €	16 357,44 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	74,2	74,2	634,41	47 071,81 €	68,8	953,78 €	14 121,54 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	44,1	44,1	634,41	27 993,01 €	68,8	953,78 €	8 397,90 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	48,0	48,0	634,41	30 436,98 €	68,8	953,78 €	9 131,10 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	95,3	95,3	634,41	60 434,94 €	68,8	953,78 €	18 130,48 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	44,5	44,5	634,41	28 215,03 €	68,8	953,78 €	8 464,51 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	41,5	41,5	634,41	26 317,03 €	68,8	953,78 €	7 895,11 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	51,0	51,0	634,41	32 352,78 €	68,8	953,78 €	9 705,83 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	46,3	46,3	634,41	29 370,84 €	68,8	953,78 €	8 811,25 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	71,2	71,2	634,41	45 201,25 €	68,8	953,78 €	13 560,37 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	55,0	55,0	634,41	34 885,19 €	68,8	953,78 €	10 465,56 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	63,5	63,5	634,41	40 298,43 €	68,8	953,78 €	12 089,53 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	50,5	50,5	634,41	32 042,64 €	68,8	953,78 €	9 612,79 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	47,2	47,2	634,41	29 969,80 €	68,8	953,78 €	8 990,94 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	46,3	46,3	634,41	29 398,58 €	68,8	953,78 €	8 819,57 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	46,0	46,0	634,41	29 176,34 €	68,8	953,78 €	8 752,90 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	49,1	49,1	634,41	31 176,35 €	68,8	953,78 €	9 352,91 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	58,3	58,3	634,41	37 014,47 €	68,8	953,78 €	11 104,34 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	53,8	53,8	634,41	34 155,76 €	68,8	953,78 €	10 246,73 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	78,7	78,7	634,41	49 945,05 €	68,8	953,78 €	14 983,51 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	43,5	43,5	634,41	27 614,22 €	68,8	953,78 €	8 284,26 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	59,6	59,6	634,41	37 814,40 €	68,8	953,78 €	11 344,32 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	55,3	55,3	634,41	35 060,69 €	68,8	953,78 €	10 518,21 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	80,1	80,1	634,41	50 794,68 €	68,8	953,78 €	15 238,40 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	68,5	68,5	634,41	43 459,44 €	68,8	953,78 €	13 037,83 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	53,1	53,1	634,41	33 687,10 €	68,8	953,78 €	10 106,13 €

Tipo de Edifício	Andares	Atividade	Área superficial (m2)	Área Total (m2)	Preço Zona III (€/m)	Preço construção	Média área/andar (m2)	Preço médio de demolição	Acomodação
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	103,7	103,7	634,41	65 805,82 €	68,8	953,78 €	19 741,74 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	76,4	76,4	634,41	48 491,75 €	68,8	953,78 €	14 547,52 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	4,6	4,6	634,41	2 915,68 €	68,8	953,78 €	874,70 €
ED_PARTICULAR	1	PARTICULAR	48,0	48,0	634,41	30 422,49 €	68,8	953,78 €	9 126,75 €
ED_APOIO	1	BALNEAR	41,6	41,6	634,41	26 388,22 €	79,1	949,66 €	7 916,47 €
ED_APOIO	1	BALNEAR	41,6	41,6	634,41	26 388,54 €	79,1	949,66 €	7 916,56 €
ED_APOIO	1	BALNEAR	79,8	79,8	634,41	50 617,40 €	79,1	949,66 €	15 185,22 €
ED_APOIO	1	BALNEAR	14,2	14,2	634,41	9 011,92 €	79,1	949,66 €	2 703,58 €
ED_APOIO	1	BALNEAR	18,7	18,7	634,41	11 889,24 €	79,1	949,66 €	3 566,77 €
ED_APOIO	1	BALNEAR	21,3	21,3	634,41	13 542,70 €	79,1	949,66 €	4 062,81 €
ED_APOIO	1	BALNEAR	42,7	42,7	634,41	27 093,32 €	79,1	949,66 €	8 128,00 €
ED_APOIO	1	BALNEAR	43,1	43,1	634,41	27 322,31 €	79,1	949,66 €	8 196,69 €
ED_APOIO	1	BALNEAR	43,3	43,3	634,41	27 488,30 €	79,1	949,66 €	8 246,49 €
ED_APOIO	1	BALNEAR	61,6	61,6	634,41	39 103,07 €	79,1	949,66 €	11 730,92 €
ED_APOIO	1	BALNEAR	169,1	169,1	634,41	107 252,51 €	79,1	949,66 €	32 175,75 €
ED_APOIO	1	BALNEAR	272,0	272,0	634,41	172 542,83 €	79,1	949,66 €	51 762,85 €
ED_APOIO	1	BALNEAR	179,7	179,7	634,41	113 998,18 €	79,1	949,66 €	34 199,45 €
ED_DEGRADACAO	1	NENHUMA	33,2	33,2	n/a	n/a	53,7	769,41 €	n/a
ED_DEGRADACAO	1	PARTICULAR	51,3	51,3	n/a	n/a	53,7	769,41 €	n/a
ED_DEGRADACAO	1	PARTICULAR	76,6	76,6	n/a	n/a	53,7	769,41 €	n/a
ED_DEGRADACAO	2	PARTICULAR	75,4	150,8	n/a	n/a	69,2	913,61 €	n/a
ED_DEGRADACAO	2	PARTICULAR	65,6	131,3	n/a	n/a	69,2	913,61 €	n/a
ED_DEGRADACAO	2	PARTICULAR	33,6	67,3	n/a	n/a	69,2	913,61 €	n/a
ED_DEGRADACAO	2	PARTICULAR	69,2	138,3	n/a	n/a	69,2	913,61 €	n/a
ED_DEGRADACAO	2	PARTICULAR	73,3	146,7	n/a	n/a	69,2	913,61 €	n/a
ED_DEGRADACAO	2	PARTICULAR	97,8	195,7	n/a	n/a	69,2	913,61 €	n/a
HOTEL	2	HOTEL	668,5	1336,9	634,41	848 147,18 €	1336,9	16 217,35 €	254 444,15 €
TOTAL	n/a	n/a	40842,8	116698,7	n/a	73 129 934,82 €	n/a	1 487 772,17 €	21 938 980,45 €